P
4398
1

n°116

INRA mensuel

Journal interne, avril-mai 2003

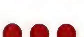
085725



Sommaire

















INRA
26 AOUT 2003
UNITÉ CTRALE DE DOCUMENTATION
VERSAILLES

L'amélioration génétique de la vigne


Photo :V. Dumas

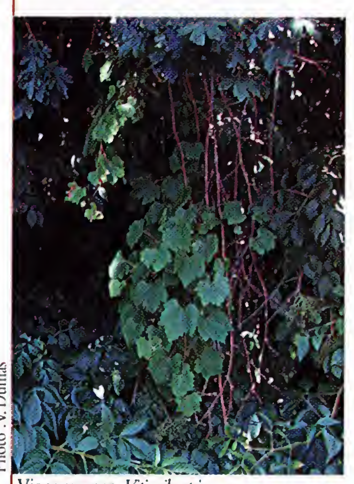
Vignoble de Sigolsheim (68).

Liane à l'état sauvage, la vigne a été l'une des premières plantes domestiquées par les peuples d'Asie occidentale. Seules les plantes femelles produisaient de petites baies à la cime des arbres, dans lesquels elles grimpaient pour rechercher la lumière. Afin de récolter ses fruits, l'homme a inventé d'innombrables manières de discipliner cette liane et a sélectionné les individus hermaphrodites (à la fois mâle et femelle). Il a poursuivi la sélection de la vigne au cours des siècles pour obtenir des raisins plus gros, plus sucrés, plus aromatiques, toujours mieux adaptés aux exigences des consommateurs et des viticulteurs. Les vignes les plus appréciées ont été multipliées par marcottage et bouturage. Cette sélection, qui a été réalisée de manière plus ou moins dirigée et empirique, a conduit aux variétés que nous connaissons aujourd'hui. Ce travail d'amélioration s'est poursuivi tout au long de l'histoire des hommes jusqu'aux périodes les plus récentes. Quant à l'âge des cépages, il est évalué à plusieurs centaines d'années.

Ce numéro comporte plusieurs textes sur la vigne. Pour mieux les situer dans le cadre des recherches INRA sur ce thème, ainsi que dans les départements et les centres (Angers, Avignon, Colmar, Montpellier, Bordeaux, Dijon), voir CompAct : aux mots-clefs concernés.
Voir aussi le site du département Génétique et Amélioration des Plantes : www.inra.fr/gap/departement/especes/

La vigne fait partie de la famille des Vitacées. Cette famille comprend de nombreux genres à la morphologie et aux origines géographiques très variées, mais en Europe, seule l'espèce *Vitis vinifera* est utilisée pour la production de raisins de cuve, destiné à la production de vin, et aussi de raisins de table ou de raisins secs. Cependant, cette espèce qui possède de bonnes qualités organoleptiques présente une sensibilité marquée aux maladies et aux ravageurs (phylloxera, mildiou, oïdium, nématodes) ainsi qu'aux basses températures et aux fortes humidités ; ce qui en restreint la culture aux régions tempérées (entre les isothermes 10°C et 20°C). À l'inverse, les vignes américaines et asiatiques qui présentent des résistances aux ravageurs et aux pathogènes ainsi que certaines vignes asiatiques résistantes au froid sont des réservoirs potentiels de caractères améliorateurs pour *Vitis vinifera*. Les porte-greffe, destinés en priorité à protéger le greffon *vinifera* contre le phylloxera toujours présent dans les vignobles européens et américains, sont soit d'espèces américaines soit des hybrides de plusieurs vignes américaines.

Actualités scientifiques


Photo : V. Dumas

Vigne sauvage, *Vitis silvestris*, à Sainte Croix en Plaine (68).

[1] Clone : toute descendance végétative conforme à un cep de vigne, choisi pour son identité variétale indiscutable, ses caractères morphologiques et son état sanitaire

[2] Établissement national technique pour l'amélioration de la viticulture. Voir *INRA mensuel* n°107, septembre 2000.

[3] Conservatoire de clones : parcelle assurant le maintien dans un bon état sanitaire et physiologique de clones clairement identifiés et choisis pour représenter un cépage dans sa diversité la plus grande.

Les premiers fossiles que l'on peut rapporter au genre *Vitis* apparaissent à l'aube de l'ère tertiaire mais ce sont les périodes glaciaires du quaternaire qui sont à l'origine de la grande diversité que nous pouvons encore observer. Durant les périodes de glaciation successives, la vigne a trouvé refuge dans les régions épargnées par le froid. Les périodes glaciaires ont séparé ces populations et les périodes de réchauffement leur ont permis de se retrouver et de se croiser. Ces phases de variations climatiques ont alterné quatre à cinq fois sur un million d'années ; ce qui a induit un important brassage génétique des populations de vigne.

L'espèce *Vitis vinifiera* a trouvé refuge au niveau du Caucase, entre mer Noire et mer Caspienne, région qui a constitué son centre de diversité et de domestication.

Les premiers signes de domestication de la vigne et de fabrication du vin datent du 7e millénaire avant JC. C'est avec les migrations des populations humaines établies au sud du Caucase, en Anatolie, en Iran et en Arménie que la viticulture va se répandre en Mésopotamie, puis sur le pourtour méditerranéen. En 600 avant JC, notre premier vignoble s'installe à Massalia (Marseille) à partir de vignes importées par les Phocéens.


Photo : V. Dumas

Inflorescence de vigne.

Le vin ayant toujours été fortement associé à la religion, la vigne cultivée migre de l'Europe vers d'autres continents à partir du XVe siècle, période des grandes expéditions maritimes, à la faveur des différents courants de colonisation et de christianisation. Actuellement la culture de la vigne s'étend dans le monde sur environ 8 milliards d'hectares et compte environ 7000 cépages.

Les variétés de vignes ou cépages sont composées d'un ensemble de clones [1] présentant des caractéristiques botaniques (dites ampélographiques) homogènes. Avant le milieu du XXe siècle, les cépages étaient constitués de populations de clones, résultant de variations engendrées par mutation au cours des nombreux cycles de multiplication végétative. Les clones d'une même variété présentaient une uniformité ampélographique bien que certains caractères aient pu être variables, en particulier ceux associés à la productivité.

Des conservatoires pour maintenir une diversité génétique

À partir des années 50, la volonté d'assurer, en France, une production viticole régulière à fort rendement a conduit au remplacement de ces cépages-populations par un petit nombre de clones agréés, sélectionnés pour leurs qualités sanitaire et agronomique.

Ce changement de pratique a eu pour conséquence une importante perte de diversité clonale. Pour limiter cette érosion génétique, dans les années 60, l'INRA, l'ENTAV [2] et les organisations professionnelles viticoles ont manifesté l'intérêt de sauvegarder la diversité génétique de la vigne en créant des conservatoires de clones [3]. Il existe actuellement 86 collections-conservatoires en France dont sept à l'INRA de Colmar.

(Voir "La collection de Bordeaux-Aquitaine à la rubrique "Patrimoine")

L'intérêt de ces conservatoires, au-delà de la mission essentielle de conservation de la diversité et de maintien dans des conditions sanitaires rigoureuses des différents clones, réside dans l'utilisation de ce matériel végétal pour la sélection de nouveaux clones adaptés aux critères actuels de qualité de la vendange, de maîtrise du rendement et d'adaptation aux facteurs du milieu. Ce type de sélection est basé sur des observations permettant d'évaluer les potentialités des clones (caractères de type agronomique et technologique) et sur des tests sanitaires assurant l'absence de maladies virales graves (court-noué, enroulement). Les travaux de sélection clonale entrepris depuis le début des années soixante ont permis d'obtenir plus de 1000 clones agréés, dont 700 sont toujours diffusés à ce jour avec des niveaux de représentativité par cépage très variables.

Création de variétés

Comme méthode alternative à la sélection clonale, la création variétale peut permettre l'amélioration d'autres caractères, comme par exemple les résistances à l'oïdium et au mildiou ou la régularité du rendement. Une alternative à la lutte chimique est

l'utilisation de variétés naturellement résistantes. Les espèces sauvages de vigne présentent une grande diversité pour le caractère de résistance au mildiou et l'oïdium que l'on peut exploiter pour la création de nouvelles variétés. Par exemple, le problème de la régularité du rendement du muscat lié à la coulure est le principal obstacle à son développement. Un muscat peu sensible à la coulure, le muscat cendré, a été obtenu à partir d'un croisement entre le muscat Ottonel et le pinot gris.

Caractériser la diversité génétique par l'ADN

En complément des méthodes traditionnelles, la diversité génétique de la vigne peut être caractérisée par des marqueurs moléculaires qui font appel au polymorphisme de l'ADN [4], support de l'information génétique. Ces marqueurs moléculaires permettent de définir des empreintes génétiques pouvant être utilisées pour la distinction des cépages, la mesure des distances génétiques entre cépages ou encore la détermination des liens de parenté entre cépages :

• l'ampélographie est une méthode botanique permettant l'identification des cépages à partir de plantes entières ou de feuilles. Cependant, elle demande une grande expérience de la part de l'expérimentateur et elle est inopérante pour l'identification à partir des organes à la base de la commercialisation (boutures, greffés-soudés, grappes) ou de produits finis (jus ou vins). En revanche, les techniques de marquage moléculaire permettent de travailler à partir de n'importe quel organe de la plante et à n'importe quelle période de l'année ;

• à l'image de ce qui se passe chez l'homme, deux cépages sont d'autant plus ressemblants qu'ils sont proches génétiquement, donc que leur ADN est semblable. À l'aide des marqueurs moléculaires qui permettent de comparer directement l'ADN de deux individus, il est possible de mesurer leur ressemblance et donc de calculer des distances dites génétiques ;

• selon le principe que les parents transmettent la moitié de leurs chromosomes, donc de leur ADN, à la génération suivante, il est possible en analysant l'ADN d'un cépage de déterminer ses parents. Ainsi, en étudiant l'ADN à l'aide de marqueurs moléculaires, les relations de parenté entre plusieurs cépages ont pu être mises en évidence comme par exemple dans le cas du cabernet sauvignon issu du croisement entre le cabernet franc et le sauvignon.

Le laboratoire de Génétique et Amélioration des Plantes de l'INRA de Colmar a pour domaine de recherche principal l'étude du génome de la vigne et le développement de stratégies d'amélioration génétique des cépages pour leur résistance aux maladies, leur régularité de rendement et leur adaptation aux conditions climatiques septentrionales. Le contrôle et la conservation du potentiel de qualité organoleptique du raisin sont des contraintes qui régissent ces différentes voies de progrès génétique.

Les principaux thèmes de recherche abordés sur la vigne par ce laboratoire sont les suivants :

• l'analyse de la variabilité génétique clonale
• les bases génétiques et moléculaires de la résistance au mildiou
• les bases génétiques et moléculaires de la qualité de la baie
• l'innovation variétale et la diversification.

Les retombées techniques et socio-économiques attendues des programmes développés sont la mise en place d'un système fiable d'identification des obtentions, la mise à disposition pour les viticulteurs de nouveaux clones valorisant les terroirs, ainsi que la création de nouvelles variétés résistantes aux maladies, nécessitant un nombre réduit de traitements chimiques avec une meilleure régularité de rendement. Sur le plan scientifique, ces recherches permettent d'approfondir la connaissance du génome de la vigne, de déterminer l'origine de la diversité génétique de cette espèce et de mettre en évidence les gènes impliqués dans les caractères d'intérêt agronomique et technologique.

Frédérique Pelsy et Didier Merdinoglu,
Génétique et Amélioration des Plantes, Colmar

Feuilles adultes (de haut en bas) :
• Vigne asiatique : *Vitis amurensis*
• Vigne américaine : *Muscadinia rotundifolia* Carlos
• Vigne indo-européenne : *Vitis vinifera* riesling
• Vigne américaine : *Vitis riparia* Gloire de Montpellier
• Vigne américaine : *Vitis rupestris* du Lot
• Vigne indo-européenne : *Vitis silvestris*
Photos :V. Dumas

[4] Polymorphisme : variation de la séquence de l'ADN entre différents individus.

Exposition

À l'occasion de la Fête de la Science 2002, le laboratoire de Génétique et Amélioration des Plantes de l'INRA de Colmar a présenté au grand public une exposition sur le thème biodiversité de la vigne organisée autour d'affiches, de démonstrations d'expériences, de jeux et agrémentée par la dégustation de raisins cultivés et sauvages de la récolte 2002. Cet article reprend l'essentiel des thèmes de l'exposition ainsi qu'une présentation des activités de ce laboratoire.
Les affiches de l'exposition sont disponibles en prêt au service Communication du centre de Colmar.

Actualités scientifiques

Un nouveau mécanisme de tolérance des plantes au sel



Photo : F. Le Goff

Peuplements naturels de salicornes annuelles dans les marais de l'Ile-de-Ré.

La plupart des plantes, en particulier les plantes de grande culture, sont sensibles à la présence de sel (chlorure de sodium : NaCl) dans le sol. Environ 15% des terres cultivées présentent un excès de sel. La pratique de l'irrigation dans les régions chaudes, même avec de l'eau de qualité, se traduit par une salinisation progressive des sols parce que le sel apporté par l'eau s'accumule d'année en année. À l'échelle de la planète, ce ne sont pas moins de 10 millions d'hectares de terres agricoles qui sont abandonnés de ce fait chaque année. Dans certaines régions, par exemple en Espagne, aux États-Unis (Californie, Arizona) ou au Moyen-Orient, ce problème devient crucial. Améliorer la résistance des plantes cultivées au stress salin dans ces régions est un objectif majeur des agronomes. À ce jour, les études avaient permis d'identifier deux grandes stratégies de résistance au sel chez les plantes : limiter l'entrée de sodium au niveau des racines et séquestrer le sodium dans les vacuoles cellulaires au niveau des feuilles.

Les chercheurs d'une unité associée INRA-CNRS-Université-École d'Agronomie de Montpellier [1], en collaboration avec des chercheurs anglais et japonais, ont découvert un nouveau mécanisme de tolérance au sel : la plante protège ses feuilles, donc sa capacité de photosynthèse, en ré-exportant le sodium des feuilles vers les racines par le flux de sève descendant, de façon à rendre possible une ré-excrétion dans le sol. Les chercheurs ont identifié le gène qui permet ce transport de sodium des feuilles vers les racines chez l'espèce modèle *Arabidopsis thaliana*. La modification de ce gène a un effet drastique sur la résistance de la plante au sel. Il est donc raisonnable de penser que l'on pourra renforcer cette résistance en surexprimant ce gène.

Les plantes et le sel

À certaines doses, variables selon les plantes, le sel devient toxique. Les ions sodium (Na^+), chargés positivement, sont attirés à l'intérieur des cellules, qui se trouve à un potentiel électrique négatif. Fortement accumulés dans la cellule, les ions sodium ont tendance à désorganiser le réseau des molécules d'eau, en particulier celles qui entourent les protéines et assurent leur solubilité. En plus de cet effet déstructurant, de fortes concentrations de sel entraînent des mouvements d'eau par effet osmotique ; ce qui fait varier dangereusement le volume des cellules.

Les plantes développent plusieurs stratégies pour limiter le stress salin. Jusqu'à ce jour, on en connaissait essentiellement deux, qu'on peut qualifier d'"exclusion" et d'"inclusion":

• "l'exclusion" : la plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne de cellules de la racine. Cependant, cette barrière peut être interrompue, en particulier lors de l'émergence des ramifications de la racine. D'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles mais les gènes qui les gouvernent sont encore largement inconnus ;

• "l'inclusion" : la plante capte le sel, qui parvient aux feuilles, au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. À l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de "pompes" moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés

Texte préparé par Pascale Mollier

[1] Berthomieu P., Conéjéro G., Nublat A., Brackenbury W.J., Lambert C., Savio C., Uozumi N., Oiki S., Yamada K., Cellier F., Gosti F., Simonneau T., Essah P.A., Tester M., Very A-A, Sentenac H., Casse F. 2003. Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na+ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. Accepté dans *Embo Journal*.
Partenaires : UMR Biochimie et Physiologie moléculaire des Plantes
Unité mixte École nationale supérieure agronomique de Montpellier / CNRS/INRA/-URA2133
Montpellier. Département de Biologie végétale.

au sein de la cellule. Le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux, mais la plante l'utilise pour assurer son équilibre hydrique.

Chez les plantes très résistantes au sel, la salicorne par exemple, le mécanisme d'inclusion est particulièrement développé. Ces plantes ont une teneur élevée en sel dans leurs feuilles mais n'en souffrent pas.

Les plantes cultivées sont en général peu résistantes au sel, avec une gradation, des plus sensibles (haricot, fraise) aux moins sensibles (coton, orge). Incapables de stocker efficacement le sel dans leurs cellules foliaires, ces plantes développent plutôt les mécanismes d'exclusion.

C'est du moins ce que l'on pensait jusqu'à ce que les travaux d'une unité associée INRA-CNRS-Université-École d'Agronomie de Montpellier dans le cadre d'une collaboration franco-anglo-japonaise mettent à jour un nouveau type de mécanisme de résistance au sel, intermédiaire entre les stratégies d'exclusion et d'inclusion : le sel parvient jusqu'aux feuilles, mais il est aussitôt "re-pompé" et reconduit par les vaisseaux vers les racines, qui peuvent le ré-excréter à l'extérieur. Cette découverte, non seulement bouleverse les schémas acquis, mais ouvre de nouvelles possibilités pour améliorer la résistance des plantes au sel.

Mise en évidence d'un nouveau mécanisme de résistance au sel

Les chercheurs ont travaillé sur *Arabidopsis thaliana*, petite plante de la famille des moutardes, sans intérêt agronomique mais choisie depuis une vingtaine d'années par la communauté internationale comme modèle d'étude.
Pour identifier de nouveaux gènes impliqués dans la résistance au sel, les chercheurs ont étudié des plantes mutantes qui "sur-accumulent" du sel dans les feuilles.

L'étude de mutants est un moyen classique d'accéder à un gène et à sa fonction : les mutations sont provoquées au hasard dans le génome de la plante. Lorsqu'un gène est touché par une mutation, sa fonction est altérée. Si, comme dans notre cas, ce gène intervient dans l'élimination du sel, sa mutation entraînera une accumulation de sel dans la plante. En plus de désigner une fonction, la mutation "marque" le gène et permet de l'isoler physiquement par les méthodes de génétique moléculaire.

C'est ainsi que les chercheurs ont isolé un nouveau gène. Ce gène présente des ressemblances avec un gène de blé codant pour un transporteur sodium-potassium de haute affinité.

Une étude fonctionnelle de ce gène d'*Arabidopsis* a été réalisée. Il s'agit d'un gène codant pour un transporteur de sodium, qui s'exprime seulement dans le tissu vasculaire appelé phloème qui conduit la sève élaborée des feuilles vers les racines. Lorsque ce gène est muté, il ne produit plus normalement le transporteur et on peut observer une accumulation de sodium dans les feuilles et une diminution dans les racines. La plante mutante est beaucoup plus sensible au sel que la plante normale et meurt rapidement en cas de stress salin.



Photo : Christophe Maitre

Plante expérimentale : *Arabidopsis Thaliana.*

L'ensemble des données expérimentales conduit les chercheurs à proposer le mécanisme suivant : le sel qui parvient dans les feuilles est pompé des feuilles vers les vaisseaux du phloème et transporté par le phloème jusqu'aux racines. Là, il peut être ré-expulsé à l'extérieur de la plante dans le sol. Ce mécanisme joue un rôle crucial dans la résistance de la plante au sel.

Quelques études antérieures mentionnent la présence de sodium dans le phloème, mais aucune hypothèse claire n'avait été formulée jusqu'ici.



Perspectives

Le gène décrit chez *Arabidopsis* possède-t-il un équivalent chez les plantes cultivées ?
Son homologue chez le blé semble coder pour un transporteur différent puisqu'il ne transporte pas exclusivement le sodium, mais aussi le potassium, autre ion crucial chez les plantes [2].
Des études vont être entreprises pour élucider ce point.

[2] Voir *INRA mensuel* n°62, mai 1992.

Différentes voies ont été explorées précédemment pour améliorer la résistance des plantes au sel. Elles concernent essentiellement les mécanismes que nous avons qualifiés d'"inclusion". Dans certaines études, les auteurs ont essayé de surexprimer chez la plante un système de pompage du sodium, cloné chez la levure et permettant une meilleure séquestration du sodium dans les vacuoles des cellules. D'autres programmes ont essayé de favoriser la production dans les cellules de molécules protectrices contre les effets déstructurants du sel.

Le nouveau mécanisme mis à jour ici offre de nouvelles perspectives. Les résultats obtenus indiquent que, chez *Arabidopsis*, et donc probablement chez d'autres espèces, la modification d'un seul gène a un effet drastique sur la résistance de la plante au sel. Il est donc raisonnable de penser que l'on pourra renforcer cette résistance en surexprimant ce gène.

Contacts scientifiques
Hervé Sentenac,
sentenac@ensam.inra.fr

Pierre Berthomieu,
berthom@ensam.inra.fr

Actualités scientifiques

colloque

Apport de la paléogénétique des plantes en archéologie et en paléoécologie,
du 4 au 6 septembre 2003, Villenave d'Ornon, amphithéâtre INRA Bordeaux-Aquitaine, symposium scientifique international.
Contact scientifique : Rémy Petit,
www.bordeaux.inra.fr/actualites/actualite.html
www.pierroton.inra.fr/Paleo/index.htm

Les fragiles reliques de la forêt européenne

Pendant les longs épisodes glaciaires qui se sont succédé au Quaternaire, la forêt européenne s'est trouvée réduite à quelques refuges situés dans les péninsules ibérique, italienne et balkanique. Chacun de ces refuges était jusqu'ici considéré comme un réservoir de diversité génétique pour les espèces forestières qu'il abritait. Les travaux de neuf équipes, dans le cadre d'un programme européen coordonné par l'INRA [1], ont montré que la réalité était plus complexe. En étudiant 22 espèces d'arbres [2] sur 25 sites différents, les chercheurs ont montré que dans ces refuges glaciaires, les populations étaient très originales, c'est-à-dire génétiquement très différentes d'un refuge à l'autre. Cependant, la diversité génétique au sein de chaque espèce d'arbre dans un refuge donné est assez pauvre. Ces populations, très "typées", présentent un grand intérêt en terme de ressources génétiques, mais elles sont aussi les plus fragiles en cas de changement climatique, car moins capables de s'adapter. C'est au contraire dans les régions où ces diverses populations se sont rencontrées et croisées lors de la recolonisation de l'Europe que la diversité génétique des différentes espèces d'arbres est la plus importante.

Les chercheurs ont étudié les caractéristiques génétiques d'arbres de 25 forêts réparties à travers l'Europe. Ces sites ont été choisis pour leur richesse en espèces forestières et la faible influence exercée par l'homme. Pour caractériser le profil génétique des populations d'arbres étudiées, les chercheurs ont échantillonné l'ADN des chloroplastes [3]. Les chloroplastes présentent l'intérêt pour les généticiens de n'être transmis de génération en génération que par les gamètes femelles, et non par le pollen. Comme la colonisation de nouveaux habitats se fait par les graines des arbres, l'étude de l'ADN des chloroplastes permet de retracer l'histoire de cette colonisation, indépendamment des mouvements de pollen qui ont pu se produire durant cette histoire.

L'étude de 5000 échantillons d'ADN de chloroplastes collectés dans ces 25 forêts permet de distinguer clairement les forêts situées dans les zones de refuge (Espagne, Italie, Balkans, jusqu'en Croatie et Roumanie) de celles issues de la recolonisation du continent européen après la dernière glaciation (fig. ❶ et ❷). Chaque refuge abrite des populations très spécifiques, et très divergentes d'un refuge à l'autre. Par contre la diversité génétique au sein de chaque population est faible. Il semble ainsi que n'ont survécu dans ces refuges que des plantes très semblables entre elles, mais que chaque refuge ait conservé un modèle différent [4]. À l'inverse dans les régions recolonisées à partir de ces refuges (centre de la France, sud de l'Allemagne, Slovaquie), le brassage des populations issues des refuges a conduit à des populations au profil génétique inverse : globalment assez semblables d'une forêt à l'autre, mais possédant une diversité interne très grande, résultat du brassage génétique.

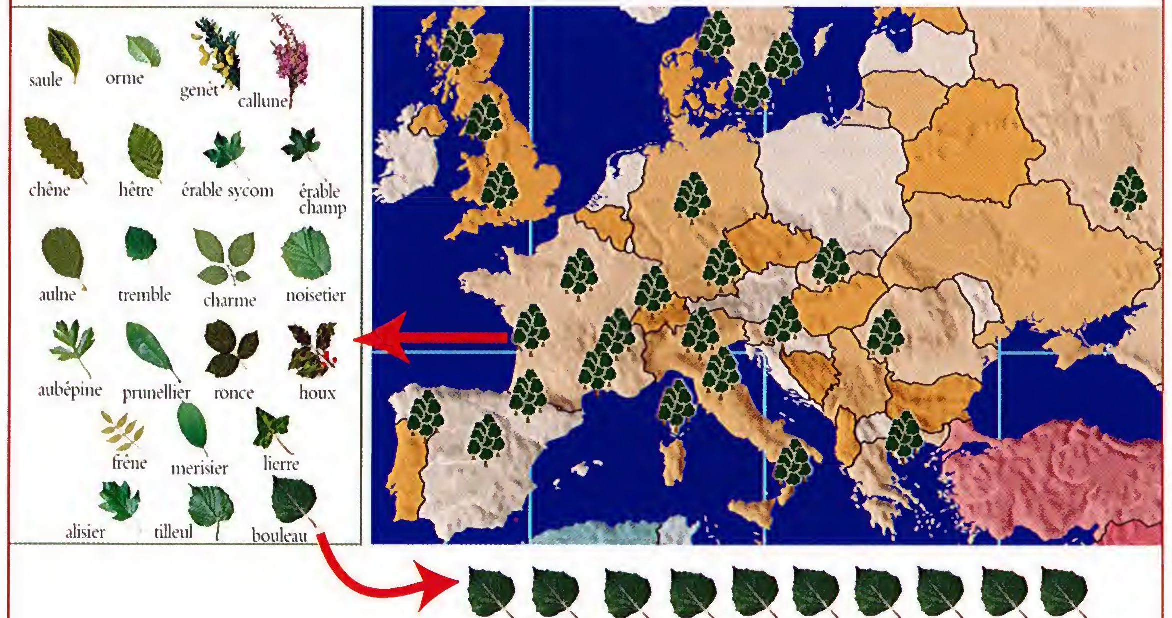




Fig ❶ : Représentation de la divergence génétique des populations de 25 espèces d'arbres. Les forêts dont les populations sont les plus divergentes vis-à-vis de la moyenne générale (en rouge), sont celles des zones de refuge.



Fig ❷ : Représentation de la diversité génétique des populations de 25 espèces d'arbre. Les populations génétiquement les plus diversifiées (en rouge) sont celles des régions du centre de l'Europe, et non pas celles des zones de refuge.

Contrairement à ce que prédisent les modèles simples de colonisation, la diversité génétique des populations a donc augmenté à partir des populations dont elles sont issues. Cette nouvelle illustration de la "vertu du mélange" est très importante en terme de gestion de la diversité génétique. Les populations des refuges présentent en effet un intérêt particulier : c'est à partir d'elles que la diversité génétique des populations du continent s'est régénérée. Or elles possèdent une base génétique étroite et sont donc plus menacées d'extinction en cas de brusque changement de leur environnement, comme par exemple en cas de réchauffement climatique. Ce travail permet donc de mieux identifier quelles sont ces populations "reliques" qu'il faut protéger. (Communiqué de Presse INRA du 4 juin 2003).

Rémy Petit,
petit@pierroton.inra.fr

[1] Ces travaux ont été menés dans le cadre du programme européen CYTOFOR (www.pierroton.inra.fr/Cytofor/), coordonné par Rémy Petit, INRA, Unité mixte de recherches Biodiversité, Gènes et Écosystèmes, département Forêts et Milieux naturels, Bordeaux. Les équipes participant à ce programme, outre l'INRA, appartiennent à des instituts universitaires de Madrid, Marseille (Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie), Munich, Edimbourgh, Florence, Porano (Italie), Uppsala (Suède), et à l'Office national des forêts (Ardon, France). Les équipes partenaires de ce programme ont déposé un projet de réseau d'excellence dans le cadre du 6ème PCRD.
Ces résultats sont publiés dans la Revue *Science* datée du 6 juin 2003.

[2] Arbres ou arbustes, représentant chacun des genres importants d'arbres feuillus de la flore européenne : chêne pédonculé, hêtre, érable sycomore, érable champêtre, orme champêtre, tilleul à petites feuilles, frêne, aulne, bouleau, charme, noisetier, saule marsault, tremble, alisier, merisier, aubépine, épine noire, ronce, houx, callune, genêt à balais, lierre.

[3] Les chloroplastes sont des structures situées au sein des cellules où s'effectuent les réactions de la photosynthèse (capture de l'énergie lumineuse, synthèse de sucres).

[4] Le cas du refuge ibérique échappe à ce modèle général.
Une des hypothèses d'explication réside dans la faiblesse de la barrière constituée par la chaîne des Pyrénées après la dernière glaciation.
Les populations issues de ce refuge ont pu largement coloniser l'Europe de l'Ouest et inversement, les populations issues des refuges italiens et balkaniques ont pu entrer en Espagne par le Nord, ces deux phénomènes conduisant à une baisse de "typicité" du refuge ibérique.

Mieux connaître la biologie de la bactérie de l'anthrax :
le détour par *Bacillus cereus*

Bacillus cereus est une bactérie pathogène de l'homme et des animaux susceptible de contaminer les aliments. Elle est notamment responsable de vomissements et de diarrhées. Un groupe associant des chercheurs de l'INRA [1] et des chercheurs d'institutions américaines [2] a établi la séquence complète de la bactérie et l'a comparée aux informations disponibles sur les séquences de *Bacillus anthracis*, le bacille de l'anthrax, responsable de la maladie du charbon, et de *Bacillus thuringiensis*, bactérie utilisée comme bio insecticide ou pour produire des plantes transgéniques résistantes aux insectes. Les chercheurs ont ainsi consolidé l'hypothèse de l'origine commune de ces trois bactéries. Ils ont également fait des découvertes importantes sur leur biologie, notamment sur les mécanismes de l'infection par *Bacillus cereus*. Ces résultats devraient permettre de mieux comprendre la biologie de *Bacillus anthracis* et de détecter plus efficacement ces différentes espèces de bactéries.

Représentation du génome de *Bacillus cereus*, avec comparaison avec le génome de *B. subtilis* ; la recherche des apparentements entre microbes permet de mieux comprendre leur biologie, donc éventuellement leur pouvoir pathogène (extrait de *Nature*, vol 423, mai 2003, Genome sequence of *Bacillus cereus* and comparative analysis with *Bacillus anthracis*, N. Ivanova, A. Sorokine and al).

En plus de la séquence complète de *Bacillus cereus* qu'ils ont établie, les chercheurs disposaient pour cette étude des séquences encore incomplètes de *Bacillus anthracis* et de *Bacillus thuringiensis*.

Sur la piste de l'ancêtre commun

Sur un total de 5300 séquences codantes chez *Bacillus cereus* et de 5800 chez *Bacillus anthracis*, 4505

[1] Génétique microbienne, Jouy-en-Josas.

[2] Integrated Genomics, Chicago Illinois et Life Sciences Operation, IITRI, Chicago Illinois.

Actualités scientifiques

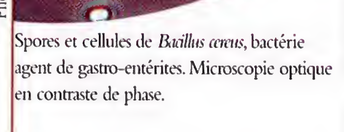


Photo : Marie-Hélène Guinebretière

Spores et cellules de *Bacillus cereus*, bactérie agent de gastro-entérites. Microscopie optique en contraste de phase.

séquences sont très semblables chez les deux bactéries (c'est-à-dire identiques à plus de 80%). Par une autre méthode, les chercheurs ont montré que 75% des gènes étaient conservés d'une espèce à l'autre, ainsi que l'ordre de ces gènes sur le chromosome. Ceci confirme l'hypothèse d'un ancêtre commun à ces deux bactéries.

Mais l'étude détaillée des gènes de *Bacillus cereus* a permis de montrer que cet ancêtre commun n'est probablement pas une bactérie du sol, comme on le pensait jusqu'ici. Les bactéries du sol possèdent une très grande diversité d'enzymes servant à la dégradation des glucides, en rapport avec les nombreux types de glucides présents dans les sols. Ainsi, *Bacillus subtilis*, une bactérie du sol, en possède 41. *Bacillus cereus* et *Bacillus anthracis* en ont seulement 14 et 15, respectivement. À l'inverse, ces deux bactéries sont bien pourvues en enzymes de dégradation des protéines, respectivement 51 et 48 enzymes, contre seulement 30 pour *Bacillus subtilis*. Cette caractéristique montre que les protéines sont une source de nutriments privilégiée pour ces deux bactéries et consolide l'hypothèse que l'ancêtre commun à *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis* et *Bacillus thuringiensis* pourrait avoir vécu dans l'intestin d'insectes, milieu riche en protéines. Cet ancêtre pourrait même avoir été un pathogène des insectes : en effet, au sein du noyau de gènes communs à *Bacillus cereus* et *Bacillus anthracis*, les chercheurs ont identifié un arsenal de gènes codant pour l'invasion, l'installation et la propagation des deux bactéries dans leur hôte, gènes que l'on retrouve également chez *Bacillus thuringiensis*.

Des découvertes sur la biologie de ces bactéries

L'étude comparée de *Bacillus cereus* et de *Bacillus anthracis* a permis de mieux comprendre le système génétique très complexe qui régule la virulence de *Bacillus cereus*. Plusieurs enzymes appartenant à ce réseau de régulation ont notamment été découvertes.

L'étude des différences entre ces bactéries est également riche d'enseignements. 15% des gènes de *Bacillus cereus* n'ont pas leur homologue chez *Bacillus anthracis*, et réciproquement. La majorité sont des gènes de bactériophages, c'est-à-dire de virus qui infectent les bactéries. Parmi les autres, les chercheurs ont notamment fait deux découvertes intéressantes. Ils ont trouvé chez *Bacillus cereus* une séquence qui code probablement pour la biosynthèse d'un peptide à propriété antibiotique, jusqu'ici inconnu. Par ailleurs, ils ont trouvé, chez *Bacillus cereus*, des gènes codant pour un groupe d'enzymes qui permet à la bactérie de dégrader l'acide aminé arginine, en libérant de l'ammoniac. Les chercheurs pensent que cette propriété doit permettre à *Bacillus cereus* de survivre dans un milieu acide grâce à l'action de l'ammoniac. Ces gènes sont totalement absents chez *Bacillus anthracis* mais c'est probablement un avantage pour cette bactérie : en effet, l'ammoniac a la propriété d'inhiber le processus de stockage dans la bactérie de la toxine qu'elle produit ; ce qui diminuerait son pouvoir pathogène et donc sa capacité de survie.

La mise en évidence des différences génétiques entre les deux bactéries permet en outre de disposer de marqueurs moléculaires spécifiques de chaque espèce, utilisables notamment pour leur détection dans les chaînes alimentaires et dans les hôpitaux.

En conclusion, le fait de disposer de la séquence complète d'une bactérie et des séquences incomplètes de bactéries appartenant au même groupe permet de retracer leur généalogie et leur origine et de mieux comprendre leur biologie. Dans le cas précis de ce groupe, la comparaison des séquences complètes de *Bacillus cereus* et incomplète de *Bacillus anthracis* a permis d'identifier des gènes impliqués dans l'infection par *Bacillus cereus* et dans la régulation de son pouvoir pathogène. Ces découvertes devraient parallèlement permettre de progresser dans la compréhension de la biologie de ce groupe de bactéries. (Communiqué de presse INRA du 2 mai 2003).

Alexei Sorokine,
Génétique microbienne, Jouy-en-Josas
sorokine@jouy.inra.fr

Les gènes essentiels de la vie :

une bactérie peut survivre avec seulement 271 de ses gènes

Seule une très faible fraction du génome d'une bactérie est indispensable pour la maintenir en vie et permettre sa croissance. Une équipe internationale de chercheurs coordonnée par Dusko Ehrlich a en effet montré que la bactérie *Bacillus subtilis* pouvait survivre avec seulement 271 des 4100 gènes qu'elle possède [1].

Bien que les bactéries et les autres êtres vivants possèdent un nombre de gènes pouvant varier de quelques centaines jusqu'à une centaine de milliers, beaucoup de ces gènes ont la même fonction ou ne sont activés que sous des contraintes spécifiques. Pour déterminer quels sont les gènes absolument essentiels à la survie, les chercheurs ont systématiquement inactivé les gènes de *Bacillus subtilis*, bactérie modèle très utilisée dans les travaux de recherche fondamentale sur les génomes bactériens. La bactérie, qui possède à l'état naturel environ 4100 gènes, était cultivée sur un substrat riche en nutriments et dans des conditions de température optimales.

Les chercheurs ont trouvé que seulement 271 gènes étaient nécessaires pour permettre la vie et la croissance de la bactérie. Parmi ces gènes, environ la moitié sont impliqués dans la synthèse des protéines et le métabolisme de l'ADN et de l'ARN. D'autres codent pour la synthèse de la membrane cellulaire, la forme de la bactérie, sa division et son fonctionnement énergétique. Seulement 4% de ce génome essentiel n'ont pas de fonction connue à ce jour. Les gènes essentiels sont très largement conservés d'une espèce à l'autre, ce qui indique qu'ils sont les bases même de la vie. Il existe néanmoins des bactéries avec des génomes plus petits mais qui n'ont pas les gènes nécessaires à la synthèse et la division de la membrane cellulaire ou à la respiration. Ces formes de vie très simplifiées parviennent toutefois à survivre avec environ deux-tiers des gènes essentiels.

Durant le processus d'inactivation des gènes, des milliers de mutants de la bactérie *Bacillus subtilis* ont été créés. Des études ultérieures sur ces mutants pourraient permettre de comprendre quels sont les gènes nécessaires dans telle ou telle condition d'environnement. (Communiqué de presse INRA, du 8 avril 2003).

S. Dusko Ehrlich,
Génétique microbienne, département de Microbiologie, Jouy-en-Josas, ehrlich@jouy.inra.fr
ou ehrlich@is.aist-nara.ac.jp

[1] Ce résultat est publié dans la revue *Proceedings of the National Academy of Sciences* "Essential Bacillus subtilis genes" by K. Kobayashi, S.D. Ehrlich et al, PNAS April 15, 2003, vol 100, num 8. L'article est accessible en ligne (http://www.pnas.org).

Un texte est paru sur ce sujet dans le JIR n°177, avril 2003.

Suivre l'impact du climat sur les arbres fruitiers et la vigne

La base de données PhénoClim

Connaître le passé, comprendre le présent et prévoir le futur dans le contexte du réchauffement climatique.

Un constat

- Réchauffement climatique et arbres fruitiers, des effets déjà perceptibles....

Bien que la problématique du réchauffement climatique ait commencé à prendre de l'ampleur dans les esprits et à faire l'objet d'un certain nombre de travaux visant à en établir l'impact sur certaines productions agricoles comme les grandes cultures et les prairies [1], le cas des arbres fruitiers n'avait pas encore été abordé jusqu'à ces dernières années.
Un travail exploratoire [2] a permis d'établir un état des lieux dans un premier temps, puis de simuler le comportement de certaines variétés fruitières pour des scénarios climatiques prévus à l'horizon 2050, en utilisant des modèles phénologiques [3].
Cette étude préliminaire se limitait à 3 espèces (pommier, pêcher, abricotier), et à l'aire de culture de la vallée du Rhône. Elle rencontra un intérêt marqué de la part des professionnels, pour lesquels les effets du réchauffement climatique s'avéraient déjà bel et bien perceptibles sur le terrain depuis quelques années et commençaient à susciter certaines interrogations.

Abricotier. *Le dictionnaire français illustré*, dictionnaire d'histoire, de botanique, de géographie, encyclopédie des arts et métiers par Maurice La Chatre, Paris, publié par la Librairie centrale, Éd. Malmenayde et De Riberolles, tome 1, A-K, 1856.

Enquêtes et discussions auprès d'arboriculteurs et de techniciens de stations régionales d'expérimentation révélèrent (notamment pour la décennie 90, fréquemment marquée par des automnes et des hivers plus doux que la normale), **une avancée de la période de floraison**, pour l'ensemble des espèces fruitières, y compris les espèces à feuilles persistantes comme l'olivier, pouvant entraîner les effets suivants :

- **une augmentation des dégâts de gel printanier**, conséquence indirecte du phénomène précédent, la floraison ayant lieu plus tôt dans l'année, à des périodes où les gels nocturnes resteraient particulièrement fréquents
- **une concordance de floraison moins bonne entre deux variétés fruitières qui doivent se pol-**

Actualités scientifiques

Qu'est-ce-que la phénologie ?

On appelle phénologie l'étude du déroulement des différents stades de la vie végétative et reproductrice des êtres vivants. Dans le cycle annuel des arbres fruitiers, on va principalement s'intéresser aux états phénologiques suivants :

- **entrée en dormance**
- **levée de dormance (voir encadré suivant)**
- **débourrement (éclosion du bourgeon végétatif ou mixte au printemps)**
- **floraison (éclosion du bourgeon floral ou mixte)**
- **nouaison (apparition du jeune fruit après fécondation)**
- **maturité du fruit**

La température est un facteur environnemental prépondérant pour le déclenchement de ces différents états.

[1] Variété autocompatible, c'est-à-dire incapable de se polliniser elle-même.

liniser [1]. En effet, les besoins thermiques de chacune, déterminant la précocité de floraison, étant fréquemment différents, l'avancée de floraison entre les deux variétés peut être différente dans les mêmes conditions de culture et créer un décalage de floraison tout à fait défavorable à la pollinisation.

On a ainsi pu voir en février 2001 (l'hiver 2001 ayant été particulièrement doux), des arboriculteurs du Gard prélever dans la Drôme des rameaux de la variété d'abricot Polonais en fleurs, afin de polliniser la variété Orangered Bhart® qui avait fleuri beaucoup plus tard que ses pollinisateurs habituels.

Par ailleurs **des phénomènes de nécroses florales sont plus fréquemment observés** chez les espèces à noyaux et notamment l'abricotier et le pêcher, occasionnant une chute de bourgeons ou de fleurs qui peut certaines années considérablement réduire la récolte et indirectement favoriser l'alternance de production. Ces nécroses seraient notamment provoquées par des températures minimales excessivement élevées pendant la phase de dormance ; leur plus grande fréquence apparaît donc comme une autre expression du réchauffement intervenant directement sur la régularité de production. Elles touchent plus particulièrement des variétés introduites ou récemment créées, sans relation avec le caractère de précocité de floraison [4]. À titre d'exemple, on peut citer l'année 2001, où dans la plaine de la Crau, la variété d'abricot Orangered Bath® a connu une chute de bourgeons si importante que sa production en fût fortement pénalisée.

Ces nouvelles données avec lesquelles les professionnels doivent désormais apprendre à composer, suscitent un certain nombre de questions quant à l'adaptation des techniques de production : *les variétés à implanter (ou surtout à ne plus implanter dans des zones à risque), la nécessité de tailler ou non en hiver, l'équipement des vergers d'un moyen de lutte anti-gel...*

Dans le cadre de la mission "Changement climatique et effet de serre" nouvellement mise en place à l'INRA, il a été décidé d'approfondir ces questions sur les arbres fruitiers, avec l'instauration d'un groupe de travail spécifique sur ce sujet. Les premières investigations avaient en premier lieu soulevé le problème de la difficulté d'obtenir des séries d'observations phénologiques suffisamment longues, nécessaires au paramétrage des modèles. La création d'une base de données, répertoriant le maximum de données phénologiques existantes, sur toute la France, afin qu'elles puissent être par la suite suivies et actualisées chaque année, apparût alors comme une nécessité. En plus de permettre le calage des modèles phénologiques, ces données réunies représentent une richesse considérable, puisque ce sont les seuls marqueurs biologiques dont nous disposons pour le passé. Dans un objectif d'interprétation de

Bref rappel de physiologie végétale : le besoin en froid des cultures pérennes

Le cycle annuel des arbres et des lianes de zones tempérées (à feuilles caduques), dont les arbres fruitiers et la vigne, se caractérise par une période appelée dormance, qui est une adaptation au risque de destruction par des températures négatives survenant dans nos hivers rigoureux : les bourgeons, formés au cours de l'été et contenant des ébauches de fleurs ou de feuilles restent inactifs en automne et en hiver. Ils n'éclosent qu'après avoir subi une certaine quantité de froid (températures optimales situées entre 5 et 10°C), plus ou moins importante selon les espèces et les variétés : on parle de "besoins en froid". Grâce a ce mécanisme, la jeune fleur ou feuille reste protégée du froid et reprendra sa croissance dès que les conditions seront redevenues favorables. Cette reprise de croissance est rendue possible par la levée de dormance assurée par le froid.

Après cette levée de dormance, intervient un deuxième mode d'action : celui des températures moyennement élevées, ou élevées, qui permet aux ébauches florales de croître et de se développer rapidement pour arriver à la floraison. Ce concept de besoins en chaleur vient s'ajouter à celui de besoins en froid, et c'est la résultante de ces deux facteurs indépendants, et propres à chaque variété, qui va déterminer la précocité de floraison.

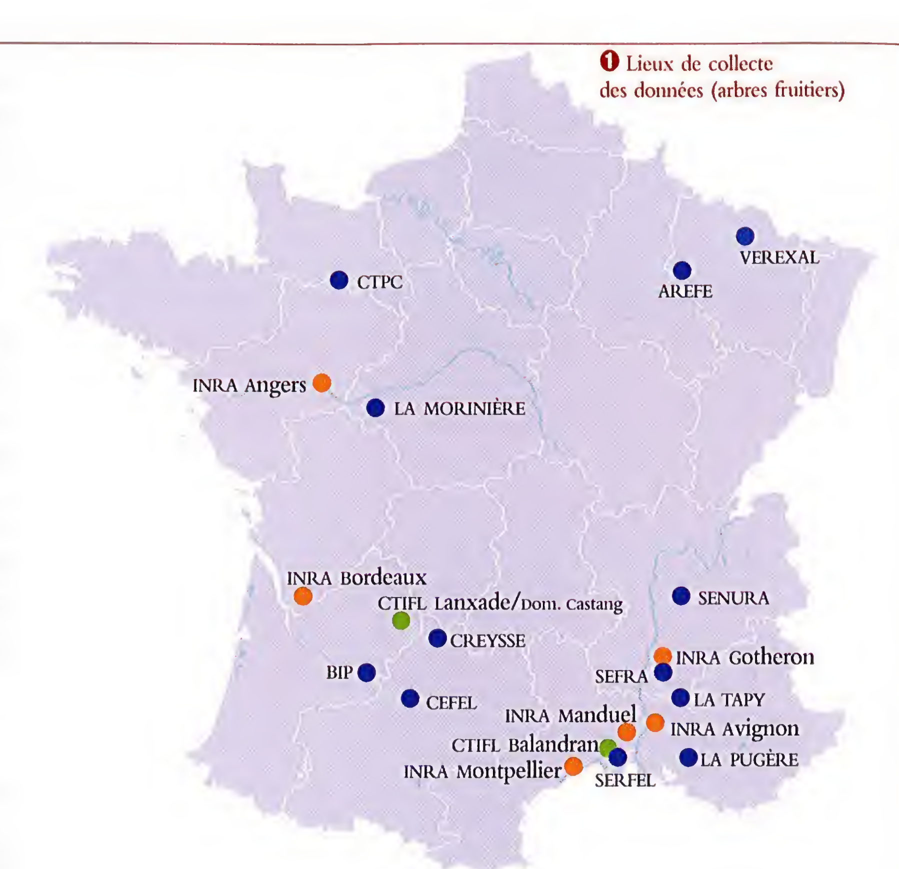
Et si la température augmente...
En cas d'élévation de la température, vont se produire 2 effets opposés selon la période et l'intensité du réchauffement :
- **un allongement de la période de satisfaction des besoins en froid, qui entraîne un retard de levée de dormance,**
- **et/ ou un raccourcissement de la période de satisfaction des besoins en chaleur, provoquant une avancée de la date de floraison si cet effet l'emporte sur le précédent, ce qui serait le cas dans la période que nous avons étudiée.**

Les observations montrent que lorsque ces deux effets se cumulent, c'est le second qui prédomine.

Bibliographie :

[1] B.Seguin et P.Stengel , *INRA mensuel* n°113, Changement climatique et effet de serre, juin 2002.
[2] Dans le cadre d'un mémoire de fin d'études effectué à l'unité Climat Sol Environnement d'Avignon sous la responsabilité de N. Brisson.
[3] M. Domergue, Impact du changement climatique sur la phénologie d'espèces/ variétés fruitières dans la vallée du Rhône, Mémoire de fin d'études ESITPA, octobre 2001.
[4] M.-E. Liennard, Contribution à l'étude de la prévision de la précocité de floraison et du déterminisme climatique des nécroses florales de l'abricotier, *Prunus armeniaca* L., dans le contexte des changements climatiques. Mémoire de fin d'études INH, septembre 2002.
[5] C. Sarrazin, Les vignerons des Côtes du Rhône et du Sud-Est n°571, *La Viticulture déboussolée*, mars 2002.

ces données, il est apparu souhaitable de leur associer les séries climatiques correspondantes. C'est ainsi qu'est né le projet de la base de données, baptisée depuis PhénoClim.



La base PhénoClim

Il s'agit d'un projet collectif associant l'INRA aux organismes professionnels (CTIFL et stations expérimentales dans un premier temps, puis ITV et organismes professionnels pour la vigne), mis en place dans le courant de l'année 2002. Ce collectif s'appuie sur la mise en commun de données phénologiques et leur actualisation par cette communauté d'utilisateurs, en contrepartie de la mise à disposition par l'INRA de données climatiques, et de traitements spécifiques.

- Où en est-on ?

La première étape a consisté à recueillir des données [2] grâce à des enquêtes auprès de tous les organismes professionnels intéressés à devenir partenaires du projet, et par la suite utilisateurs de PhénoClim (cartes ❶ et ❷).

Parallèlement, la réalisation technique de la base, prise en charge par Bernard Baculat (unité Agro Clim d'Avignon) a largement été facilitée par la collaboration du CTIFL, qui avait déjà développé une base de données sur les arbres fruitiers (Koala), contenant les différentes variables qu'il avait été convenu d'introduire dans la base PhénoClim [3].

La phase de collecte et de saisie des données se terminant, l'ouverture de la base PhénoClim est prévue pour les mois à venir.

- Qui peut utiliser PhénoClim ?

L'utilisation collective de la base est régie par une convention en cours d'élaboration. Son hébergement, sa gestion technique et administrative sont prises en charge par l'unité AgroClim de l'INRA d'Avignon.

L'accès par les utilisateurs se fera par Internet, avec un mot de passe. Pour l'instant, il est prévu que la propriété de l'ensemble des données de la base soit restreinte aux seuls partenaires. La question de l'ouverture à d'éventuels tiers non partenaires est posée, mais les modalités sont à définir collectivement.

- Pour quelles espèces et quelles variétés ?

Les espèces d'arbres fruitiers prévues initialement étaient le pommier, le poirier, l'abricotier, le pêcher, le cerisier, le prunier, l'olivier, le noyer et le cassissier ; il a ensuite été décidé d'étendre la base de données à la vigne, en raison des problèmes voisins observés sur cette production.

Concernant les variétés, compte tenu du caractère référentiel de la base, il était préférable de se limiter à un nombre restreint : 5 à 10 selon les espèces. Les variétés choisies sont en général anciennes, afin que l'on puisse les retrouver dans le plus de séries possibles, représentatives de différentes gammes de précocité de floraison (ayant des besoins en froid différents), et si possible présentant pour certaines une

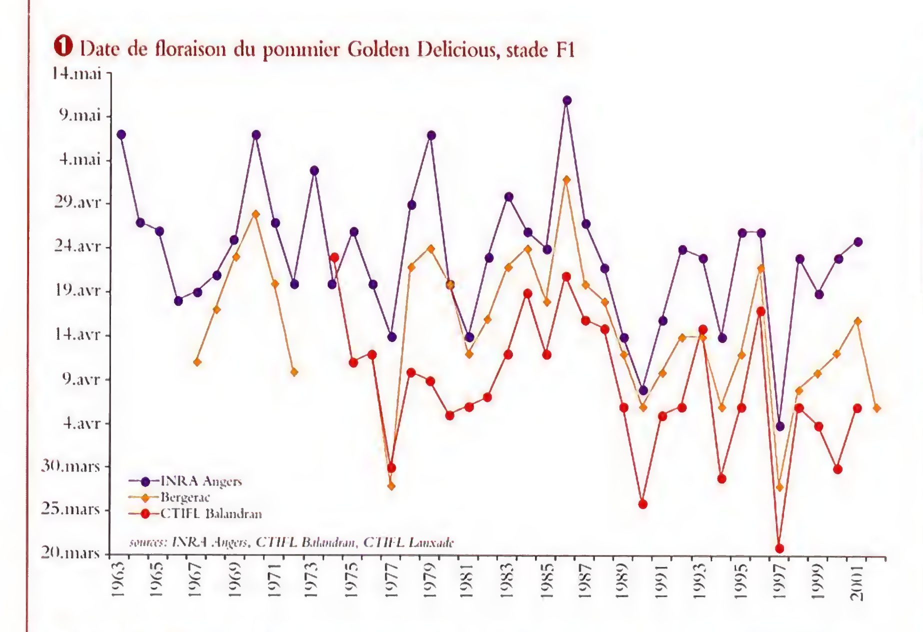
[2] Réalisé par Marjorie Domergue dans le cadre d'un CDD de 18 mois.

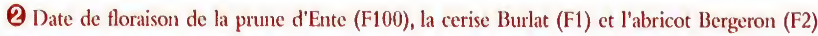
[3] La structure de la base Koala a donc été reprise et adaptée, grâce à la coopération du CTIFL, J.-F. Samie et V. Mathieu, et la société CEFILOG, qui développent actuellement Koala.



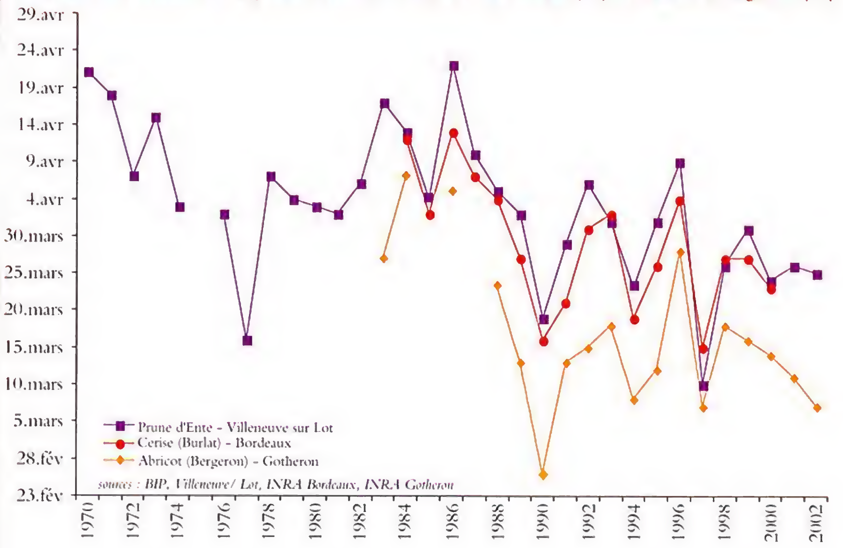
Actualités scientifiques

❶ Date de floraison du pommier Golden Delicious, stade F1

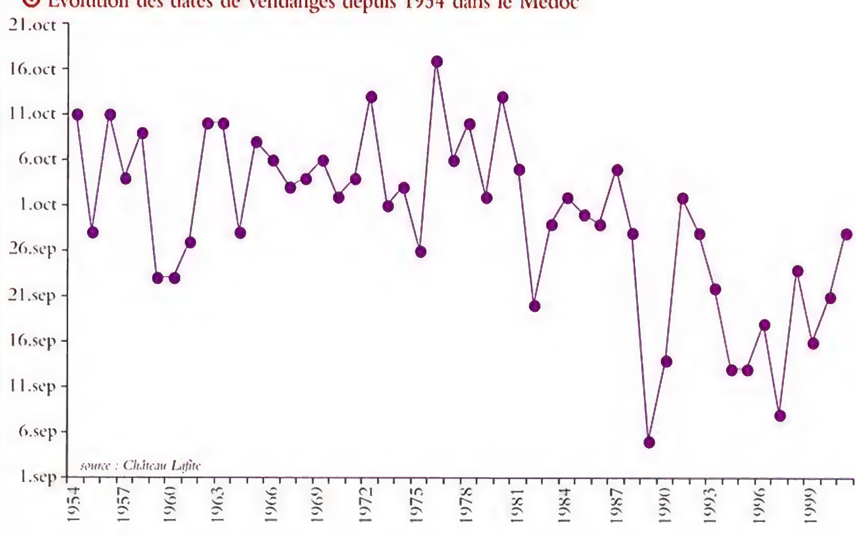




❷ Date de floraison de la prune d'Ente (F100), la cerise Burlat (F1) et l'abricot Bergeron (F2)



❸ Évolution des dates de vendanges depuis 1954 dans le Médoc



sensibilité aux chutes de bourgeons constatés pour les espèces à noyau (tableau 1).

Liste des variétés figurant dans la base
Pomme Golden Delicious, Granny Smith, Gala et ses mutants, Braeburn, Red Chief, Pink Lady
Poire Williams, Passe Crassane, Comice, Conférence, Harrow Sweet
Cerise Burlat, Napoleon, Van, Hedelfingen, Summit, Duroni 3, Garnet, Stark Hardy Giant, Sweetheart, Montmorency
Prune Prune d'Ente, Mirabelle, Quetsche, Reine-Claude
Abricot Bergeron, Polonais, Orangered, Lambertin n°1, Goldrich, Stark Early Orange, Hargrand, Rouge du Roussillon, Beliana, Tomcot
Pêches et Nectarines Pêches jaunes : Flavorcrest, Springlady, O'Henry, Redhaven, Maycrest, M.Sundance Pêches blanches : Alexandra, Benedicte Nectarines jaunes : Flavorgold Nectarines blanches : Snow Queen, Emeraude
Noix Franquette, Lara, Fernor, Parisienne, Marbot, Corne, R. de Montignac
Cassis Noir de Bourgogne, Blackdown, Andega
Olivier
Vigne Syrah, Grenache, Ugni blanc, Merlot, Cabernet Sauvignon, Sauvignon, Chardonnay, Pinot noir, Riesling, Chasselas

Premiers résultats et programme prévu

- Séries de données récupérées et premiers constats...

La visualisation de quelques-unes des séries de données recueillies, notamment celles concernant les dates de floraison, est particulièrement intéressante : elle nous permet d'appréhender la situation sur l'ensemble du territoire, et ainsi de constater que le gain de précocité de floraison est non seulement observable pour l'ensemble des espèces, mais également quel que soit le site considéré.

On peut en particulier observer que la dernière décennie s'est caractérisée par un climat beaucoup plus doux que celui des années 70 et 80. À partir de 1990, les années à floraison très précoce sont de plus en plus nombreuses, avec des records de précocité jamais atteints auparavant (1990, 1994, 1997). À l'inverse, à partir de cette date, les années à floraison tardive ont disparu (fig. ❶ et ❷) ; il est toutefois indispensable de noter qu'il s'agit de l'observation d'une tendance et non d'une avancée systématique de floraison.

Chez la vigne, on constate la même précocité de floraison, assortie d'une avancée globale de la date moyenne de véraison et de vendanges, et ce dans l'ensemble du vignoble français. Dans le Médoc par exemple, la date de vendange a gagné en moyenne 20 jours depuis 1954 (fig. ❸).

- L'appui à la modélisation

• *Qu'est ce qu'un modèle phénologique ?*

De nombreux travaux se sont intéressés par le passé à la quantification des besoins en froid et en chaleur d'une variété, afin d'essayer de prévoir sa période de levée de dormance et de floraison. Ainsi dispose-t-on de modèles phénologiques, basés sur l'accumulation de températures froides pour lever la dormance et de températures chaudes pour atteindre la floraison, les modalités d'action de la température étant définies au départ de manière tout à fait empirique, à partir d'observations au champ [3].

Il est donc possible de simuler une date de levée de dormance et une date de floraison pour une variété donnée grâce à une méthodologie en 2 étapes :

- **phase de paramétrage :** estimation des besoins en froid et en chaleur de la variété choisie, en utilisant un jeu de données observées,
- **phase de simulation :** simulation d'une date de floraison en utilisant le modèle avec les paramètres variétaux déterminés précédemment, pour une année climatique donnée (qui peut par exemple être fictive, issue de scénarios de réchauffement).

La phase de paramétrage est mise en œuvre en utilisant une procédure de minimisation standard, utilisée, entre autres, pour le paramétrage du modèle générique STICS. Il s'agit d'une procédure mathématique permettant d'estimer globalement les valeurs des paramètres qui minimisent l'écart entre les observations et les calculs du modèle.

• *Des progrès à faire*

Les résultats de ces simulations sont cependant à prendre avec précaution, car la précision obtenue par la modélisation est celle que l'on peut attendre d'une simplification mathématique de phénomènes biologiques complexes, d'autant que les données observées utilisées pour le calage des modèles ont elles-mêmes une précision toute relative (une date de mi-floraison s'observe au mieux à 1 ou 2 jours près).

Ainsi, lorsque l'on compare les dates de floraison du pommier observées et simulées par le modèle sur une même période, on obtient un écart moyen de 5 jours à Balandran, et de 6 jours à Angers (fig. ❹ et ❺).

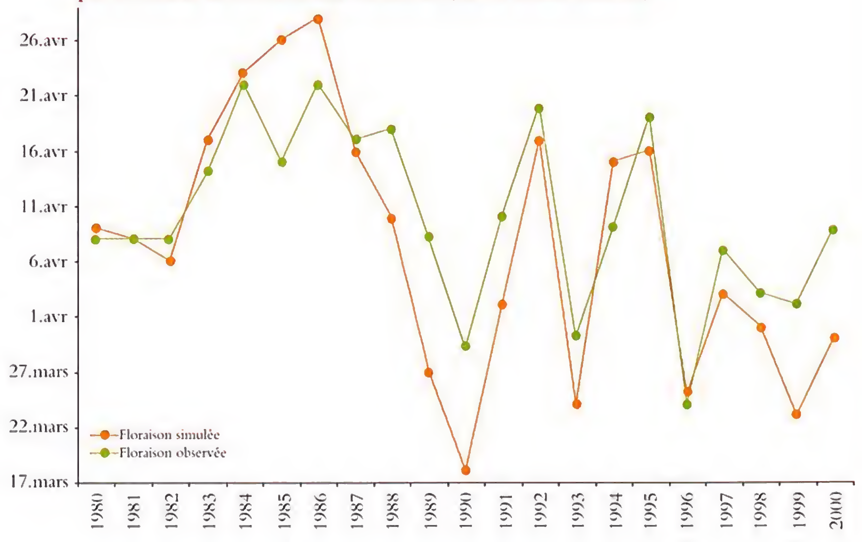
• *... mais un bon espoir d'évolution*

Il est malgré tout important de noter que les modèles utilisés actuellement sont assez anciens, et que l'évolution de la modélisation a longtemps été freinée par le manque de longues séries de données observées nécessaires au paramétrage d'une variété, la difficulté d'obtenir les données climatiques associées, et à la lourdeur de la mise en œuvre de ces modèles (calculs fastidieux à réaliser manuellement avant l'ère de l'informatique).

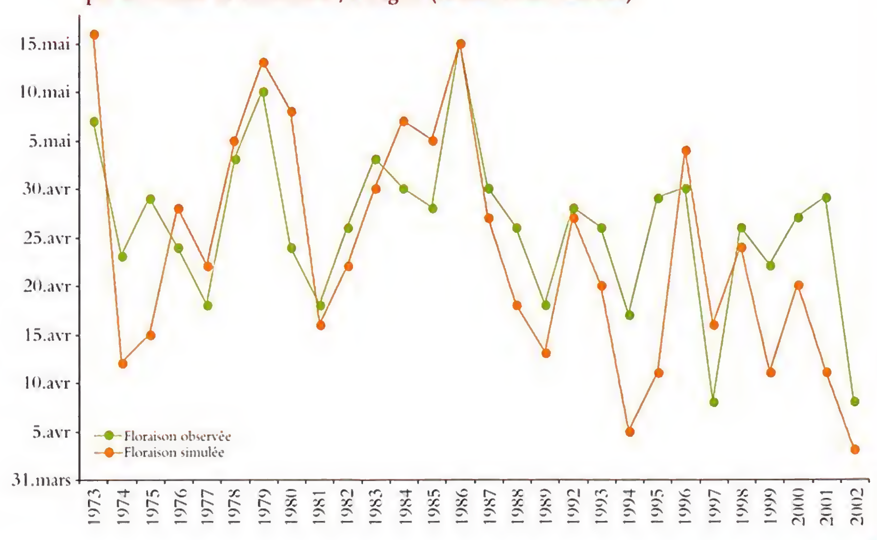
Le cas de la vigne

Pour la vigne, la précocité de végétation due au réchauffement a des effets variables encore mal analysés sur la qualité du vin. Dans le cas du vignoble du Languedoc, la période de maturation du raisin se trouve décalée à des périodes où les conditions thermiques lui sont moins favorables : nuits plus chaudes, alors que les écarts de températures entre nuits et jours apparaissent comme un facteur de qualité (travaux d'Eric Lebon, LEPSE Montpellier). La maturité devient très hétérogène au sein d'un même pied de vigne et les viticulteurs ont des difficultés à définir la date de vendange. Parallèlement, le degré d'alcool augmente rapidement. Ainsi, pour le vignoble des Côtes du Rhône, le Grenache a gagné 2 à 3° entre 1983 et 2001. Cette évolution est accompagnée d'une baisse d'acidité (passée de 5.1 à 3.9 de 1983 à 2001), et d'une augmentation de pH (de 3 à 3.3 sur la même période).
Or, les acidités faibles et les pH élevés rendent les vins plus fragiles. Ils nécessitent donc une meilleure hygiène en cave et une surveillance accrue des vinifications. En outre, les vendanges s'effectuant plus tôt dans l'année, lorsqu'il fait encore chaud, les viticulteurs doivent équiper leur chai de capacité de réfrigération suffisante. (B. Ganichot, Inter-Rhône, article des vignerons des Côtes du Rhône) [5].

❹ Comparaison des dates de floraison observées et simulées par le modèle de Richardson, à Balandran (variété Golden Delicious)



❺ Comparaison des dates de floraison observées et simulées par le modèle de Richardson, à Angers (variété Golden Delicious)



Actualités scientifiques



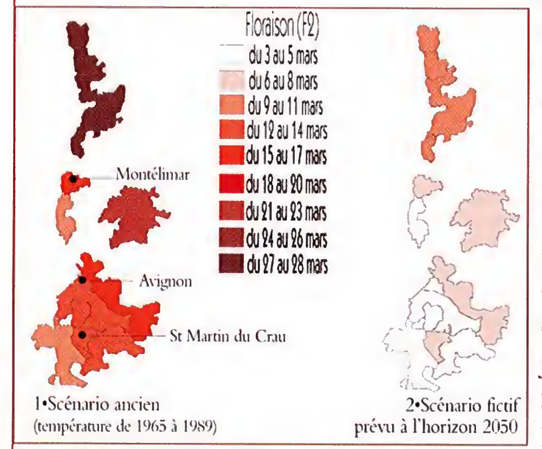
Technique d'aspersion ►



chaufferette ►

Photos : INRA

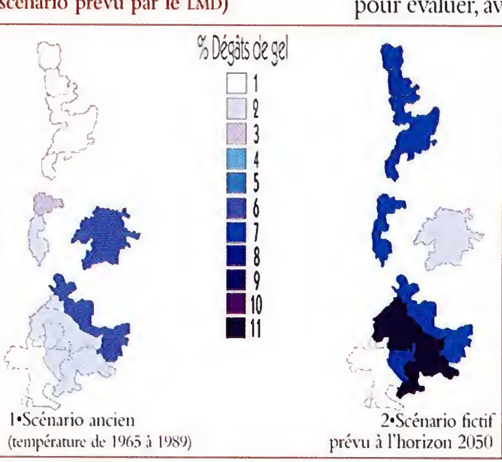
Carte ❸ Évolution prévue de la période de floraison de l'abricot Orangered en cas de réchauffement (scénario prévu par le LMD)



1•Scénario ancien (température de 1965 à 1989)

2•Scénario fictif prévu à l'horizon 2050

Carte ❹ Évolution prévue des dégâts de gel sur l'abricot Orangered en cas de réchauffement (scénario prévu par le LMD)



1•Scénario ancien (température de 1965 à 1989)

2•Scénario fictif prévu à l'horizon 2050

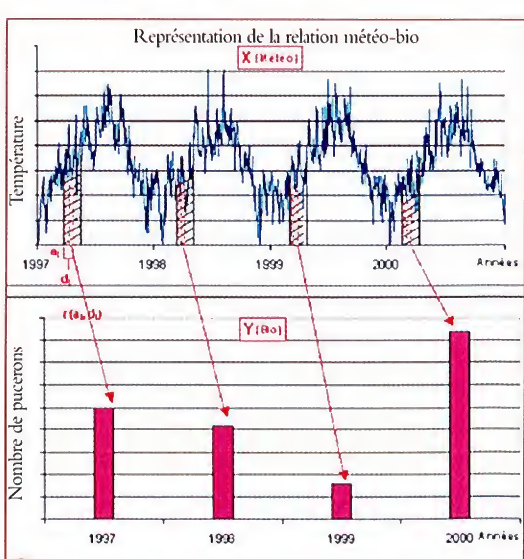
Depuis quelques années, avec les nouveaux moyens dont on dispose, on constate un regain d'intérêt pour la modélisation chez les espèces ligneuses, avec de nouvelles études menées pour tester les modèles existants et les améliorer. On peut donc désormais en espérer une évolution rapide, et l'archivage de séries de données phénologiques et climatiques existantes au sein d'une base de données sera probablement un facteur déterminant de cette évolution. L'exploitation des données de PhénoClim dans ce cadre est prévue au sein d'un projet commun entre l'unité Climat Sol Environnement d'Avignon, l'équipe du PIAF de Clermont-Ferrand et l'UMR BEPC de Montpellier.

Il est d'ores et déjà possible d'utiliser ces modèles pour évaluer, avec un degré de confiance acceptable, l'impact du réchauffement climatique pour le XXI[e] siècle, sur la période de floraison et les dégâts de gel de variétés fruitières, comme l'illustrent les cartes ❸ et ❹.

Marjorie Domergue, Bernard Seguin, Bernard Baculat, AgroClim Avignon
J.-M. Legave, BEPC Montpellier
Nadine Brisson, CSE Avignon

Rechercher les relations entre périodes climatiques et événements biologiques : CritiCor

CritiCor est un outil statistique qui permet de rechercher des corrélations entre le climat et des données biologiques (effectif d'une population, par exemple) afin de déceler d'éventuelles périodes critiques, c'est-à-dire des moments de l'année où un facteur météorologique donné a une influence déterminante sur cette population. On peut rechercher par exemple si, au cours du printemps, il existe une période précise (débutant le jour a et durant d jours) au cours de laquelle les températures observées ont une influence sur le nombre de pucerons à l'automne suivant (fig. ❶). Dans ce cas, la variable climatique pourra être la somme des températures ou encore le nombre de jours de gel observés durant la période en question.



❶ Correspondance entre un graphe de températures (**X**) et un histogramme représentant ici le nombre de pucerons capturés chaque année (**Y**). Pour chaque période débutant le jour a et durant d jours, la relation (—>) entre les variables biologiques et météorologiques est représentée par le coefficient de corrélation r(a,d) entre la somme $S(a,d)=\sum_{i=a}^{a+d} X_i$ de la variable climatique **X** et la valeur de la variable biologique **Y**.

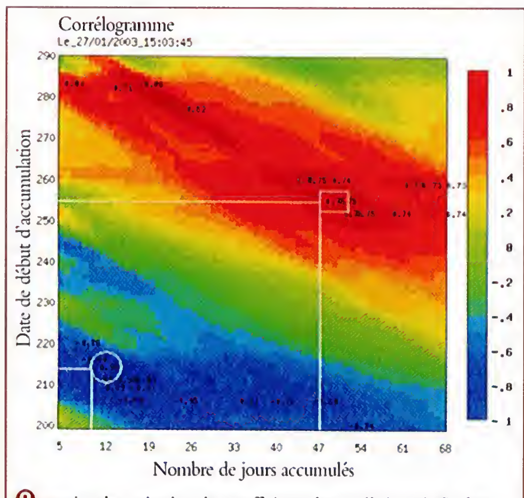
Le principe général de la méthode est de faire l'hypothèse qu'une telle période climatique critique existe. Il s'agit alors de la caractériser par sa date de début et sa durée. La recherche de cette période s'effectue en quatre étapes :

• définir un intervalle de temps au sein duquel on recherchera une période critique
• calculer pour chaque année une quantité météorologique (somme des températures moyennes quotidiennes, nombre de jours de gel) observée durant une période définie par sa date de début et sa durée
• calculer le coefficient de corrélation entre cette série de valeurs et celle de la variable biologique (le jour de démarrage des vols de pucerons par exemple)
• itérer le processus en changeant de façon systématique la date de début et la durée des périodes de façon à tester toutes les périodes possibles comprises dans l'intervalle de temps défini au premier point.

La période correspondant à un coefficient de corrélation maximum est une période critique candidate. Le logiciel permet de définir les périodes critiques candidates (coefficients de corrélation maximum, dates de début et durées correspondantes), de tester par simulation la validité du coefficient de corrélation maximum et d'estimer un intervalle de confiance autour de la période critique. La méthode est de plus applicable à tout type de relations climat - organismes. Cette méthode itérative de maximisation d'un coefficient de corrélation est due à Goldwin [1] et s'appuie sur une méthode qui a été proposée par Pierre *et al.* [2].

Résultats

Les coefficients de corrélation sont représentés par une projection orthogonale de courbes de niveaux sur un plan défini par a et d (fig. ❷).



❷ matrice de projection des coefficients de corrélation r(a,d) obtenus pour toute période débutant entre les jours 200 et 290 et d'une durée allant de 5 à 68 jours. Plus on va vers le rouge (+) ou le bleu (-), plus la corrélation est forte. Le coefficient encadré d'un cercle est le maximum absolu (-0.95) pour l'intervalle de temps prospecté. Il correspond à une période particulière ayant débuté le jour 215 et ayant duré 10 jours. Le coefficient encadré d'un rectangle correspond à un maximum local.

Une période critique doit être représentée par une zone de forts coefficients bien délimitée sur le graphe et on peut être amené à choisir une période critique qui ne correspond pas au maximum absolu, mais à un maximum local.

Le logiciel donne les maxima avec leurs paramètres ainsi que diverses validations :
• par test de signification du coefficient de corrélation, à partir de l'hypothèse nulle H0 : r = 0
• par simulation
• par intervalle de confiance obtenu par Bootstra
• par diagramme de dispersion et régression (axe majeur).

Jean-Pierre Gauthier,
Biologie des Organismes et des Populations appliquée à la Protection des Plantes, Rennes

Réalisation et utilisation

Logiciel et interface réalisés par Jean-Pierre Gauthier dans le cadre de l'équipe Insectes de l'UMR Biologie des Organismes et des Populations appliquée à la Protection des Plantes (**BIO3P**).
Une documentation est librement disponible en ligne http://www.rennes.inra.fr/bio3p/criticdoc/criticor.htm
Les accès au logiciel sont pour le moment réservés et il suffit de demander un identificateur/mot de passe en envoyant un courrier électronique à : gauthier@rennes.inra.fr. sujet : CritiCor : ouverture de compte (CritiCor)

Bibliographie :

[1] Goldwin G.K. 1982. A technique for studying the association between components of the weather and horticultural parameters. *Sciences Horticulture*, vol. 16, pp 101-107.
[2] Pierre J-S. Guillôme M. Querrien MT. 1986. Une méthode statistique et graphique de recherche des périodes de l'année où les populations animales sont particulièrement sensibles à une composante donnée du climat (périodes critiques). *Acta Œcologica, Oecol. Gener.*, vol.7 , n°4, pp 365-380.

Repenser la place de l'herbe dans l'alimentation des bovins laitiers.

Principes et outils pour de nouveaux systèmes d'élevage



Photo : B. Faye

Pie-Noire au pâturage.

Crises de l'élevage, préoccupations environnementales, réduction des coûts de production, promotion d'une agriculture plus durable, éleveurs confrontés à des réglementations changeantes et parfois incertaines, tous ces éléments amènent à repenser les systèmes d'alimentation des herbivores. Les connaissances génériques produites récemment sur les couverts prairiaux pâturés, jointes à une représentation structurée des différentes décisions à prendre dans la conduite d'un système de pâturage, ont abouti à la mise au point de nouveaux outils pour la conception et la conduite de systèmes de pâturage. Des chercheurs de plusieurs unités de recherche de l'INRA se sont associés pour construire ces outils en partenariat avec des Chambres d'Agriculture, d'abord en Aveyron, puis en Bretagne. Certains des outils présentés sont déjà expérimentés dans quelques départements.

D'autres, comme SEPATOU, simulateur de conduite de pâturage, sont en cours d'évaluation ; ce qui est une occasion de les faire évoluer et connaître. L'intérêt de ce logiciel est de pouvoir intégrer les principaux facteurs permettant de tester de nouveaux scénarios tenant compte des aléas climatiques, ainsi que des ressources (surfaces) dont dispose l'éleveur. Ce simulateur peut ainsi avoir une fonction d'apprentissage pour la formation et l'animation.

Ce logiciel a été validé avec succès sur trois "menus" ou stratégies-type de conduite de l'alimentation de

Actualités scientifiques

vaches laitières en Bretagne. Ces "menus", décrits par un groupe des Chambres d'Agriculture de la région Bretagne, associent en proportion variable l'herbe et l'ensilage de maïs. Le simulateur permet ainsi de produire un déroulement de pâturage probable en fonction de stratégies-type et de leurs variantes. Les conseillers agricoles qui ont participé à cette évaluation ont considéré les résultats des simulations comme vraisemblables. SEPATOU constitue ainsi un outil à la disposition des conseillers qui leur permet d'affiner et de compléter leur expertise dans la définition et l'évaluation de stratégies de pâturage de vaches laitières.

En outre, l'éventail d'outils présentés pourra être complété pour piloter le pâturage sur des temps plus courts, sur la base de connaissances des relations entre structure du couvert prairial et ingestion, tout en tenant compte des rejets d'azote (centre de Rennes).

D'après :
Presse info de juin 2002
Façade n°14, avril-juin 2002, les auteurs sont : Michel Duru, animateur de l'équipe Orphée, unités Agronomie et SAD Sicomor, Toulouse ; François Coléno ; Roger Martin-Clouaire, Biométrie et Intelligence artificielle, Toulouse. Ont collaboré à ce travail M.J. Cros et F. Garcia (BIA Toulouse) et D. Peyre et J.-L. Fiorelli (SAD Mirecourt).

Des capricornes qui provoquent des dégâts sur les arbres à bois tendre

En Chine, les insectes xylophages perforateurs de tronc causent des dégâts très importants chez le peuplier. Parmi ceux-ci, plusieurs espèces de capricornes (*Anoplophora* spp. et *Apriona germari)* ont été responsables de l'abattage et de l'incinération de 24 millions d'arbres en Chine septentrionale pendant l'hiver 1991-1992. Ces espèces sont très polyphages, mais provoquent plus particulièrement des dégâts sur les érables, les peupliers, les marronniers, les ormes, les bouleaux, les aulnes et les saules. Elles continuent à poser de gros problèmes chez le peuplier dont les plantations ont été intensifiées pour la production de bois et la fixation des terrains en cours d'érosion. Le bois des arbres attaqués est impropre à toute utilisation industrielle à cause des nombreuses galeries creusées par les larves et ces arbres cassent fréquemment sous l'influence du vent.

Des méthodes sylviculturales ont été développées et utilisées avec succès ; elles consistent à couper les arbres sensibles exceptés quelques-uns, servant d'arbres pièges, et à replanter des arbres résistants. La recherche de génotypes résistants aux insectes est également primordiale dans ce contexte pour obtenir du matériel végétal présentant une résistance durable avec une croissance et une qualité du bois optimale. Dans le cadre d'un projet avec la Chine (PRA BT 96-01), nous avons collaboré à la recherche, chez les peupliers, de marqueurs biochimiques et moléculaires de résistance à ces insectes. Les premiers résultats ont montré une relation entre la composition phénolique et la résistance aux xylophages. Ils ont permis également d'identifier certaines régions génomiques impliquées chez des peupliers hybrides en cours de sélection. Un de ces redoutables capricornes asiatiques, *Anoplophora glabripennis* a été introduit récemment en Amérique du Nord et en Europe, et a été intercepté au Canada et en Angleterre dans les emballages de bois en provenance de Chine. Aux États-Unis, il a été découvert sur des arbres urbains de New York en 1996 et à Chicago en 1998. En Europe, il a été repéré pour la première fois à Braunau (Autriche) en 2001 et plusieurs foyers viennent d'être signalés à Gien [1]. Dans ces différents pays des mesures ont été prises pour enrayer sa propagation. En France un arrêté préfectoral a imposé l'abattage et la destruction totale des arbres attaqués, et une zone de quarantaine de 1 km autour de chaque arbre infesté à été établie.

Depuis son signalement aux USA, l'USDA a mobilisé de nombreux moyens pour rechercher des méthodes de lutte contre ce ravageur. Les recherches développées sur la biologie et les préférences alimentaires de l'insecte et sur les possibilités de lutte biologique et chimique, ont fourni de premiers résultats, mais elles doivent être poursuivies pour obtenir des méthodes réellement efficaces.

Sylvie Augustin,
Zoologie forestière, Orléans



Photos : André Delplanque

Dégât sur tronc.

Anoplophora spp. ►

[1] Voir aussi à ce sujet :
• *Les insectes associés aux peupliers.* Dir. André Delplanque. Éditions Memor, 1997.
• "Les longicornes asiatiques, *Anoplophora glabripennis* et *chinensis*". *Phytoma*, n°561, juin 2003, 24-28 p. par Christian Cocquempot (Écologie animale et zoologie agricole, INRA Montpellier), Franck Hérard (USDA/ARS, Baillarguet), Philippe Reynaud (Protection des végétaux, Entomologie, Montpellier).

Résumés du numéro spécial de *Presse info*, mai 2003

Les éléments traces métalliques dans les sols

Le cuivre s'accumule dans les sols de vignoble : c'est la conséquence de l'utilisation de la bouillie bordelaise (sulfate de cuivre) depuis 1885 environ pour lutter contre le mildiou de la vigne. Cette accumulation pose aujourd'hui des problèmes de toxicité pour les micro-organismes et la faune du sol, et pour la vigne elle-même lorsqu'il s'agit de replanter. Le cuivre est un de ces 80 éléments chimiques présents en très faibles quantités dans la croûte terrestre, appelés éléments traces [1]. Ces éléments peuvent devenir toxiques pour les êtres vivants quand ils se retrouvent en trop grande concentration mais surtout sous certaines formes chimiques dans le milieu. La plupart sont des métaux (par exemple le cadmium, le plomb, le zinc, le mercure, le nickel…), d'où leur nom d'éléments traces métalliques, plus communément appelés "métaux lourds" [2].

Des teneurs en métaux très élevées dans les sols ... en provenance du sous-sol

Les sols d'un terrain à Dornach, dans le Jura suisse, étaient réputés pollués par une usine métallurgique toute proche. Ce site, proche de la ville de Bâle, a été étudié dans le cadre d'un programme réunissant quatorze équipes européennes visant à comparer les méthodes d'estimation de la contamination des sols utilisées dans les différents pays. L'équipe française, composée de chercheurs de l'INRA [3], a bien mis en évidence que les teneurs très élevées en cadmium et zinc des sols de la partie haute de ce site étaient en grande partie dues à la composition naturelle de la roche mère, particulièrement riche en ces deux métaux. Connaître les teneurs naturelles des sols en éléments traces permet ainsi de mieux quantifier la part liée à des pollutions d'origine humaine. Par ailleurs, la fixation de normes de teneurs maximales admissibles en éléments traces dans les sols doit tenir compte de la variabilité des fonds pédo-géochimiques naturels afin d'éviter de pénaliser des régions entières, en France et dans toute l'Europe.

Pollution industrielle par les métaux : les sols et les récoltes fortement contaminés

Quel est le devenir des métaux rejetés dans l'atmosphère par des usines métallurgiques ? Les chercheurs de l'INRA [4] et de l'Institut Supérieur d'Agriculture de Lille ont étudié la pollution autour de deux usines sidérurgiques, dont celle de Metaleurop. Ils ont montré que si la contamination des sols est essentiellement superficielle, les polluants peuvent être aussi entraînés en profondeur. Par ailleurs, les céréales et les légumes provenant des parcelles agricoles et jardins familiaux situés dans la zone contaminée contiennent dans leur très grande majorité des quantités de cadmium, plomb et zinc supérieures aux normes admises.

Épandage des lisiers de porcs : de plus en plus de cuivre et de zinc dans les sols

En Bretagne, l'élevage intensif de porcs entraîne l'épandage de grandes quantités de lisier sur des surfaces limitées. Outre les problèmes liés aux nitrates et aux phosphates, ces épandages ont pour conséquences l'augmentation de la teneur des sols en cuivre et en zinc. Dans le cadre de l'Observatoire de la qualité des sols, des chercheurs de l'INRA [5] ont montré que cette augmentation était relativement rapide, au point de laisser craindre des problèmes de toxicité pour les plantes à l'horizon de la fin du siècle.

Épandage des boues de station d'épuration : la biodisponibilité des éléments traces métalliques ne dépend pas de leur teneur totale dans les sols

Les éléments traces métalliques contenus dans les boues de station d'épuration épandues dans les champs risquent-t-ils de se retrouver dans les récoltes ? En comparant plusieurs parcelles de blé ayant reçu des quantités variables de cadmium présentes dans ces boues, les chercheurs de l'INRA [6] et de l'INA P-G ont montré qu'il n'y avait pas de lien direct entre les doses épandues et les concentrations mesurées dans les grains de blé. Divers facteurs du fonctionnement du sol influencent en effet la disponibilité du cadmium pour les plantes, la quantité réellement prélevée dépendant aussi probablement de chaque variété de blé.

La réglementation française de 1998 relative à l'épandage des boues ne tient qu'en partie compte de ce type de résultat : si elle limite les teneurs en éléments traces métalliques des boues épandues ainsi que les quantités apportées, elle retient, comme critère au-delà duquel l'épandage est interdit, des seuils de teneur totale du sol en éléments traces, ce qui n'est pas suffisant. Cela risque en effet d'orienter l'épandage vers des sols certes pauvres en éléments traces, mais où ceux-ci sont les plus disponibles pour les plantes, ou les plus susceptibles d'être lessivés en profondeur.

Presse info, mars-avril 2003

Un nouveau gène de résistance aux virus découvert chez le piment

Les Potyvirus sont les virus végétaux les plus importants de par leur nombre et les graves dégâts qu'ils causent aux cultures. Les chercheurs de l'INRA [7] ont réussi à isoler et à séquencer chez le piment un gène conférant une résistance à ces virus. Ce résultat est très novateur puisqu'il ne s'agit pas d'un gène classique de résistance, contrôlant un mécanisme de défense active contre le virus. La résistance résulte ici de l'incapacité du virus à utiliser à son profit un gène de la plante pour se multiplier. Ce mode de résistance est largement répandu chez les plantes, puisque les chercheurs l'ont également identifié chez *Arabidopsis*, la tomate et la laitue. Un brevet sur l'utilisation du gène pour la création de plantes résistantes a été déposé [8].

Contact scientifique : Carole Caranta, carole.caranta@avignon. inra.fr

Les risques d'une consommation excessive de fructose et l'effet antioxydant du miel

Les chercheurs de l'INRA [9] ont montré sur l'animal qu'une consommation excessive de fructose purifié induisait un état de stress oxydant, pouvant favoriser diverses pathologies. Le fructose est un monosaccharide (glucide simple) dont la consommation a fortement augmenté. Ce glucide est en effet un constituant de notre sucre commun, le saccharose ; il est également obtenu industriellement. Le fructose est présent à l'état naturel dans les fruits et dans le miel. Les chercheurs ont montré que le fructose apporté sous forme de miel n'a pas d'effet oxydant [10].

Contact scientifique : Yves Rayssiguier, yves.rayssiguier@ clermont.inra.fr

Lutte contre l'érosion des sols : tester des aménagements par ordinateur

Dans plusieurs régions françaises, la disparition de l'élevage, et donc des prairies associées, ainsi que la spécialisation céréalière des territoires a entraîné une augmentation des inondations et problèmes d'érosion des sols. Les chercheurs de l'INRA [11] ont mis au point un modèle capable de calculer le volume d'eau ruisselé en tout point d'un bassin versant. Ce modèle tient compte de l'ensemble des phénomènes d'infiltration et de circulation de l'eau, et permet donc de tester l'impact d'aménagements destinés à lutter contre l'érosion. Les chercheurs ont ainsi montré, pour un bassin versant du Pays de Caux, en Haute Normandie, que l'implantation de quelques surfaces enherbées en des points précis du territoire permettait de stopper l'écoulement à l'exutoire du bassin, après une pluie importante. La surface concernée par ces aménagements est minime, mais leur mise en place requiert une approche collective du problème par l'ensemble des acteurs concernés.

Contact scientifique : Yves Le Bissonnais, Yves.Le-bissonnais@orleans.inra.fr

---

[1] Par convention, les éléments traces (ou éléments en traces) sont les 80 éléments chimiques constituants de la croûte terrestre dont la part individuelle est inférieure à 0,1%, l'ensemble ne représentant que 0,6% du total. Les éléments majeurs sont au nombre de 12 et constituent 99,4 % du total. Ce sont, par ordre d'abondance décroissante : l'oxygène, le silicium, l'aluminium, le fer, le calcium, le sodium, le potassium, le magnésium, le titane, l'hydrogène, le phosphore, et le manganèse.

[2] Martine Tercé, terce@paris.inra.fr
Denis Baize, Denis.Baize@orleans.inra.fr

[3] UMR sols et environnement INRA-ENSAIA, Nancy, Unité de Sciences du Sol, INRA Orléans, département Environnement et Agronomie. Thibault Sterckeman, sterckem@ensaia.inpl-nancy.fr
Denis Baize, Denis.Baize@orleans.inra.fr

[4] Laboratoire d'Analyses des Sols, Arras, Lille. Ces travaux ont été menés dans le cadre d'un programme de recherche initié et financé par le Conseil Régional du Nord-Pas-de-Calais avec le soutien de l'Union européenne et du ministère de la Recherche. Thibault Sterckeman, INRA, sterckem@ensaia.inpl-nancy.fr
Francis Douay, ISA Lille, f.douay@isa-lille.fr

[5] UMR Sol et Environnement INRA-ENSAM, Montpellier, Science du Sol, Orléans, UMR Sol - Agronomie - Spatialisation INRA-ENSAR, Rennes, Jean-Paul Legros, legros@ensam.inra.fr

[6] Versailles Grignon, UMR Sols et Environnement INRA-ENSAIA, Nancy, unité de Sciences du Sol, Orléans, Chimie analytique, INA P-G, INA P-G, Agronomie, Bordeaux-Aquitaine, UMR Systèmes agraires et Développement INRA-INA P-G, Versailles-Grignon.

[7] Unité Génétique et Amélioration des Fruits et Légumes, Avignon. En collaboration avec l'UMR 163 Univ. Aix-Marseille II, l'UMR Génomique, Développement et Pouvoir pathogène INRA-Univ. Bordeaux II. Bordeaux, unité Pathologie végétale, Avignon et l'UMR Génomique végétale INRA-CNRS-UEVE,Versailles.

[8] Brevet Génoplante Valor. Programme de recherche financé par Génoplante.

[9] Maladies métaboliques et Micronutriments, Clermont-Ferrand-Theix-Lyon.

[10] Busserolles J., Gueux E., Rock E., Mazur A., Rayssiguier Y., 2002. Substituting honey for refined carbohydrates protects rats from hypertriglyceridemic and prooxidative effects of fructose. *J. Nutr.* 132, 3379-3382.

[11] Sciences du Sol, Orléans.

Pour en savoir plus

Les éléments traces métalliques dans les sols, approches fonctionnelles et spatiales, D. Baize et M. Tercé coord. INRA Éd., 2003, 94 €.

INRA Partenaire

LE GRAND INVENTAIRE PLANCHE 3

CHÈVRES DE FRANCE

UPRA

Complément d'information au n°115

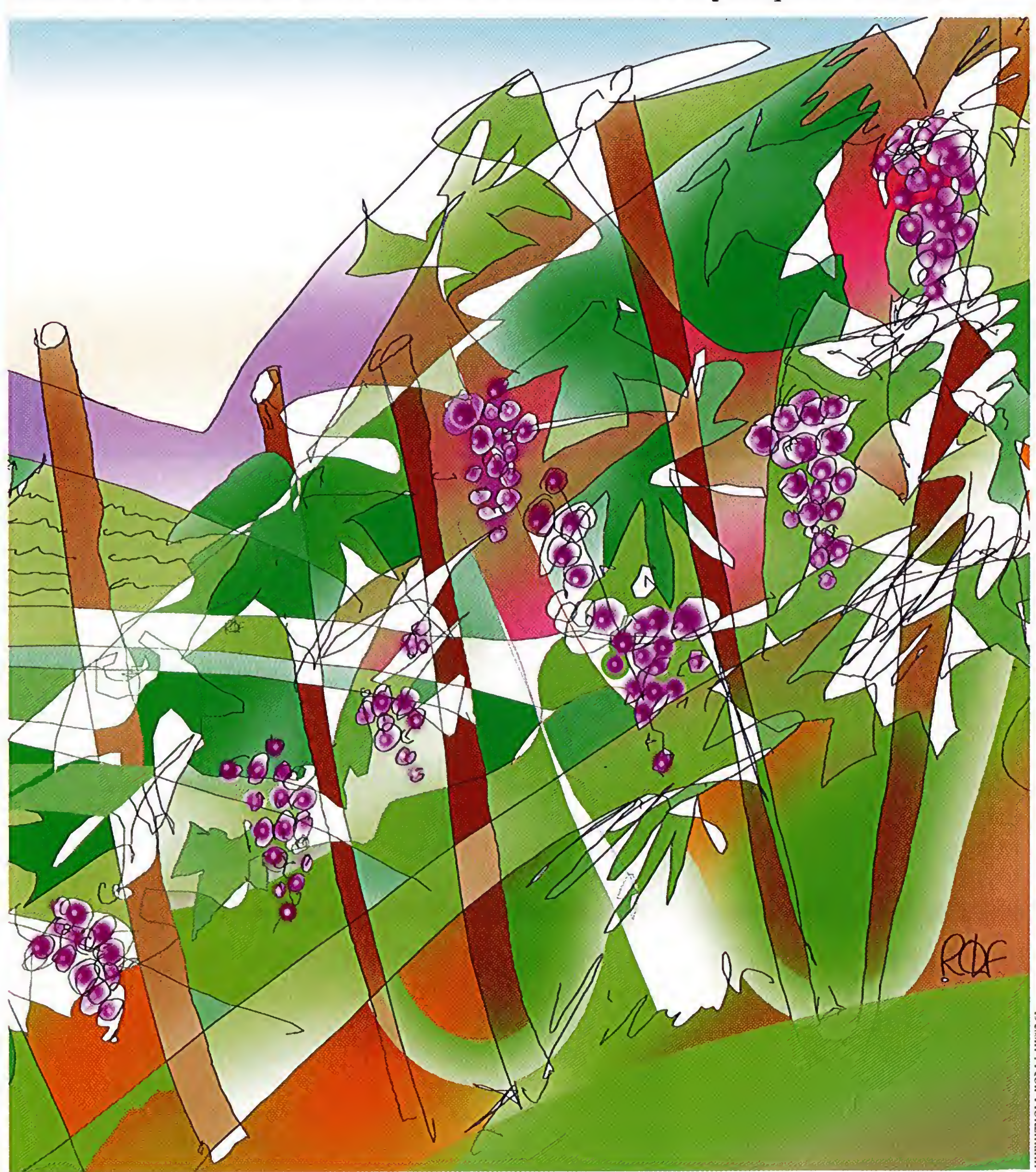
Plusieurs d'entre vous ont souhaité savoir où se procurer les livres et les cartes postales de l'UPRA consacrées aux vaches, chèvres, moutons, cochons et aujourd'hui aux poules : les livres se trouvent dans les FNAC. Les affiches, les cartes et les livres sont à demander :

- aux Editions Gulf Stream, Quai des Antilles, Hangar 31, 44200 Nantes. Tél. 02 40 12 46 27. gsnantes@wanadoo.fr
- à France UPRA Sélection, 16 rue Claude Bernard 75231 Paris cedex 05. Tél. 01 44 08 17 46. Fax. 01 44 08 17 47. Mél. France.UPRA@inapg.inra.fr site : www.inapg.inra.dsa.unlg/unig.htm

Quand le vigneron, le profane et le chercheur délibèrent sur les questions de recherche :

Une expérience pilote sur les vignes transgéniques

Consciente de la nécessité d'ouvrir la délibération sur l'orientation des programmes de recherche à des acteurs non scientifiques, la direction générale de l'INRA et la direction scientifique du secteur végétal ont décidé de mettre en œuvre des dispositifs permettant d'associer à sa réflexion des acteurs concernés de près ou de loin par les applications des recherches de l'Institut et présentant des sensibilités différentes sur le sujet. En effet, en tant que source d'innovation, la recherche a des implications non seulement économiques mais aussi sociales, politiques et éthiques. Face à des choix d'orientation complexes, les positions sont souvent contrastées, compte tenu notamment de différences de systèmes de valeurs. Les dispositifs mis en œuvre par l'INRA doivent permettre de concevoir des solutions qui prennent en compte les préoccupations, les contraintes et les intérêts de l'ensemble des acteurs concernés. Cela nécessite de les associer dès l'orientation de la politique de recherche.



Dessin : Rolf Holzmann

C'est dans ce cadre qu'a été initiée, en mai 2001, une expérience pilote dont l'objectif est d'organiser sur de nouvelles bases le débat sur les orientations de la recherche. Pour ce faire, une méthode d'évaluation technologique interactive, conçue aux Pays-Bas, a été mise en œuvre (voir encart).

Méthode et principes d'organisation de l'expérience

Au vu du caractère publiquement controversé des OGM et de l'état d'avancement des recherches sur une maladie de la vigne, le court-noué, les essais "en champ" sur un porte-greffe transgénique résistant à cette pathologie sont apparus comme un bon objet pour expérimenter ce dispositif (voir l'encart de Guy Riba). Le sujet était d'autant plus pertinent que la direction générale de l'INRA était confrontée à la décision d'expérimentation en plein champ de porte-greffe potentiellement résistant au court-noué ; c'est-à-dire prendre, dès maintenant, des décisions sur les recherches à engager aujourd'hui qui n'aboutiront que dans une quinzaine d'années en terme de nouvelles variétés commercialisables (génétiquement modifiées ou non).

Ce travail s'inscrit dans un contexte général de contestation des OGM et particulièrement des essais en champs de plantes transgéniques menés par les organismes publics de recherche. Il vient en appui à la réflexion interne engagée par l'INRA sur l'opportunité ou non de poursuivre des essais en champs et, au-delà, peut contribuer à la définition d'une politique vis-à-vis de la recherche sur les OGM : Quelles sont les alternatives ? Quels sont les objectifs ? Dans quelles conditions poursuivre ? Le cas des vignes transgéniques apparaît à cet égard exemplaire et peut constituer une sorte de prototype à partir duquel dégager des enseignements éventuellement transposables à d'autres domaines de recherche.

Avec le cas de la vigne, la question de l'orientation des recherches est particulièrement complexe. Étant donné que le vin est un produit de tradition, à haute valeur symbolique, l'introduction de nouvelles techniques est négociée avec les professionnels et soumise à une réglementation très stricte. S'agissant des OGM, de nombreux acteurs craignent que l'introduction de la transgénèse ne trouble l'image des vins, notamment en France. D'un autre côté, sous nos climats, la culture de la vigne est soumise à la pression de nombreuses maladies qui nécessitent un recours à d'importantes quantités de produits phytosanitaires. Dans certains cas, les seules molécules efficaces sont interdites compte tenu de leur toxicité. L'utilisation de résistances génétiques (introduites par transgénèse ou non) peut ainsi aider à améliorer la culture de la vigne. De plus, en raison des caractéristiques de la création variétale, les choix actuels de recherche n'auront un éventuel impact commercial que dans une vingtaine d'années.

Compte tenu de la complexité du sujet abordé, on n'a pas cherché à dresser un état de l'opinion mais à organiser une véritable délibération prospective. Conformément à la méthode d'ETI (voir encart) un groupe de travail a été constitué. Il réunit des individus choisis pour leurs appartenances professionnelles et caractérisés par des "visions du monde" différenciées. La délibération approfondie dans un tel groupe avait pour objectif non de clore le débat, mais de produire un questionnement prospectif afin d'éclairer la décision de la direction générale de l'INRA.

Cette expérience originale d'ouverture de la délibération sur les recherches était très nouvelle, mais aussi strictement limitée : il ne s'agissait ni d'une consultation publique auprès de la profession vitico-

ristiques de jaunissement du court-noué (vignoble de Bordeaux).

Photo : Jean-Marie Bossennec

Historique des recherches sur les vignes transgéniques et sur le court-noué à l'INRA

Le court-noué (dû principalement au *Grapevine fanleaf virus* - GFLV) est une maladie qui induit des déformations des rameaux, et notamment le raccourcissement des entre-nœuds, ainsi qu'une réduction du nombre et du développement des grappes et des grains. Le virus est transmis par des nématodes parasites du système racinaire ; la désinfection des sols à l'aide de nématicides est onéreuse, polluante et pas toujours efficace. Les recherches pour la création de porte-greffe de vigne résistant au virus du court-noué ont été entreprises à l'INRA de Colmar à la fin des années 80. Les chercheurs ont eu recours à la transgénèse, avec utilisation de la stratégie dite "anti-sens", qui consiste à insérer dans le génome de la plante une copie inversée du gène qui code la protéine constituant la capside (enveloppe) du virus ; l'expression du transgène perturbe celle du gène normal et donc la fabrication des capsides et la multiplication du virus. Ces recherches, menées en collaboration avec un producteur de Champagne, ont abouti à l'obtention de plants transgéniques qui ont été expérimentés en champs à Colmar et à Épernay à partir de 1994. En 1999, prenant acte de la controverse publique sur les OGM, le partenaire privé a décidé d'arrêter ses expérimentations et proposé de transférer le matériel expérimental (collection de transformants, vitroplants, ensemble porte-greffe et greffons...) à l'INRA.
Ce matériel est actuellement stocké en chambre froide et en serre à Colmar.
L'équipe de Colmar a formulé le projet de mettre en place un essai en champ afin d'évaluer ce matériel pour son efficacité agronomique et ses impacts sur l'environnement :
- durabilité de la résistance des porte-greffe au GFLV
- risques d'apparition de nouveaux virus par recombinaison avec d'autres virus
- transferts de produits du transgène du porte-greffe vers le greffon

La mise en place de cet essai, initialement prévue pour 2001, a été suspendue pendant toute la période de ce projet participatif. De plus, la décision a été prise de détruire la parcelle d'essais implantée à Colmar depuis 1994.

Guy Riba, Directeur scientifique Plante et Produits du Végétal

INRA Partenaire

le, ni d'un débat national. Il était donc nécessaire de définir précisément le rôle du groupe de travail dans le processus décisionnel et les relations entre les différents protagonistes :

• le groupe de travail avait pour mission de produire un rapport, remis à la direction générale de l'INRA et rendu public ;

• la direction générale de l'INRA n'était pas tenue par les conclusions du groupe de travail et restait seule responsable des décisions. Mais elle s'était engagée à expliciter par écrit son analyse du rapport, sa vision des contextes, et ses décisions sur les orientations et sur les démarches relatives aux programmes de recherche concernés ainsi que sur l'expérimentation non confinée de vignes transgéniques. Elle s'était également engagée à rendre cette réponse publique ;

• un comité d'évaluation indépendant (voir encart) devait suivre cette expérience. Son rapport d'évaluation devait être rendu public.

Composition du groupe de travail

Ce travail nous a conduits à inviter :

• *Quatre chercheurs* (dont trois de l'INRA), dont les disciplines respectives interviennent dans la réalisation des recherches sur les maladies de la vigne et qui se différencient par leurs visions du monde telles qu'évoquées :

- Michel Boulay, conseiller scientifique Moët et Chandon
- Bernadette Dubos, chercheur en pathologie de la vigne
- Olivier Le Gall, chercheur en virologie des plantes
- Nathalie Ollat, chercheur en viticulture

• *Six professionnels de la vigne et du vin*, diversifiés selon plusieurs critères géographiques :

- Bernard Besancenot, viticulteur
- Christian Bouges, pépiniériste viticole et vigneron
- Pascal Frissant, vigneron
- Bernard Sandré, vigneron
- Étienne Sipp, viticulteur
- Didier Viguier, technicien viticole (chambre d'agriculture, atelier Bois et Plants de Vigne)

• *Quatre citoyens*, également invités pour la diversité de leurs visions du monde :

- Bernard Hofmann, assistant et enseignant
- Hervé Laud, éducateur spécialisé
- Emmanuelle Lemarié, exploitante agricole
- Christine Moigneteau, chargée d'information

Le groupe de travail s'est réuni à cinq reprises entre avril et septembre 2002, pour sept journées de réflexion.

Instances constituées pour cette expérience

• *chefs de projet* : Pierre-Benoit Joly et Claire Marris (INRA-TSV), sociologues conduisant des recherches sur les dispositifs d'évaluation participative des choix scientifiques et techniques.

• *chargée de mission* : Anne Bertrand (INRA-TSV)

• *comité de pilotage* : Fabrice Marty, pour la direction générale de l'INRA ; Guy Riba, directeur scientifique "Plante et Produits du Végétal, INRA ; Pierre-Benoît Joly et Claire Marris, chefs de projet.

• Le *comité d'évaluation* : composé de personnalités extérieures à l'INRA spécialisées dans l'analyse des controverses et de la participation, qui a suivi la préparation et la conduite de l'expérience et en a analysé les résultats :

- Arie Rip, président du Comité d'évaluation, professeur, Dept. of Philosophy of Science and Technology University of Twente - Pays-Bas
- Michel Callon, professeur, centre de Sociologie de l'Innovation, École nationale supérieure des Mines de Paris
- Marie-Angèle Hermitte, directeur de recherche, Centre de Droit des Obligations, Université Paris I et CNRS ; Directeur d'études, EHESS, Paris
- Michalis Lianos, directeur du centre for Empirically Informed Social Theory, University of Porthsmouth - Royaume-Uni
- Jacques Theys, directeur de la Cellule d'Évaluation et de Prospective, ministère de l'Équipement ; directeur scientifique de l'IFEN
- Brian Wynne, professeur, Institute for Environnement, Philosophy and Public Policy, University of Lancaster - Royaume-Uni

• *Animateur* : Guy Amoureux, Initiales - Réseau Pluridis

La méthode proposée

Cette recherche se distingue de la plupart des expériences d'évaluation participative de choix technologiques déjà réalisées en France et à l'étranger, comme par exemple la conférence de citoyens sur les OGM de 1998. En effet, celles-ci interviennent en général très tard dans le processus d'innovation, lorsque les possibilités d'exploration d'options socio-techniques sont sévèrement contraintes. Le débat se limite alors aux conditions d'acceptabilité sociale d'innovations prêtes à l'emploi. En revanche, lorsqu'elles sont organisées alors que les solutions techniques envisageables sont multiples, les confrontations sont susceptibles d'enrichir les processus d'innovation en intégrant dans la création technologique les points de vue des différents acteurs qui seront concernés, directement ou indirectement, par leur utilisation (Joly, Marris et Joly, cf biblio). Ce type d'initiatives n'étant pas fréquentes en France, la méthode du *Interactive Technology Assessment* (Grin, cf biblio) mise en œuvre aux Pays-Bas a été proposée en l'adaptant au cas français.

- Les grandes lignes de la méthode ETI

• *La nécessité de l'interaction pour une délibération approfondie :*

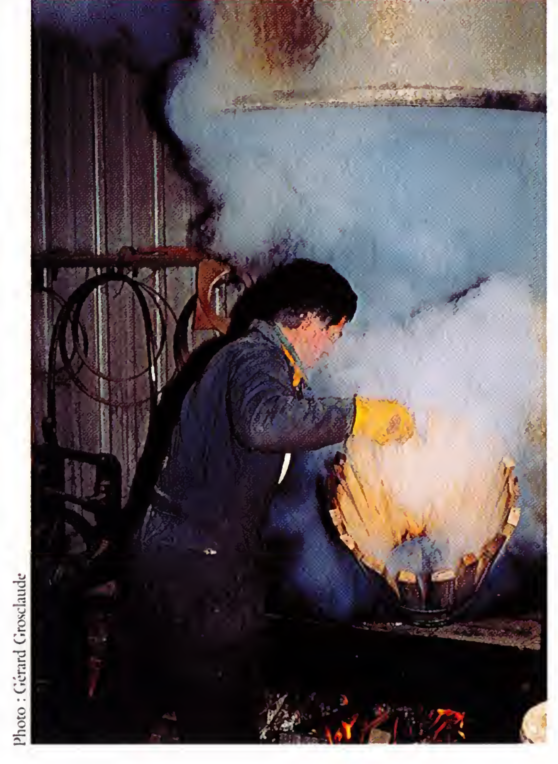
L'interaction entre trois "mondes" dont on regrette souvent le cloisonnement (recherche, activité professionnelle et des "société civile") doit permettre de prendre en compte des contraintes et des systèmes de valeurs différents, mais cœxistant dans le monde réel. La méthode consiste donc à mettre en présence diverses *visions du monde* afin que les délibérations se nourrissent d'une diversité d'arguments et de points de vue.

Pour ce faire, le groupe de travail composé d'un nombre restreint (14) de personnes concernées par les programmes de recherche, est choisi sur la base

de la diversité de leurs positions et des valeurs auxquelles ils font référence plutôt que sur la base d'un mandat de représentation politique, syndicale ou associative qui les autoriserait à parler au nom du plus grand nombre. Ce que l'on veut ainsi éviter, c'est l'affrontement de positions officielles non révisables et parfois décalées des contraintes quotidiennes des acteurs du terrain. Ainsi, les interactions au sein du groupe de travail doivent permettre d'explorer des solutions originales qui, par la suite, seront réappropriables par les différentes parties impliquées.

• *Les principes d'indépendance des participants et de transparence du dispositif :*
Il s'agit de rendre visibles le déroulement du processus et ses résultats : les participants mais aussi les non-participants à l'expérience doivent pouvoir revenir sur les conditions de mise en œuvre du processus.
Dans cette expérience, la transparence a été assurée par trois dispositifs :
- un site internet qui assure une large accessibilité du rapport du groupe de travail et de la réponse de la direction générale de l'INRA
- la traçabilité des délibérations du groupe assurée notamment par l'enregistrement de toutes les séances de travail
- une évaluation indépendante dont les conclusions doivent être aussi publiques.

Fabrication d'un tonneau.
Une image de tradition dans la symbolique du vin.


Photo : Gérard Grosclaude

Constituer un groupe de travail

Avec cette méthode, on cherche à aller plus loin dans la discussion sur les orientations de recherche, à analyser les différentes possibilités scientifiques et techniques ainsi que leurs implications socio-économiques. On cherche aussi à éviter des recommandations décalées par rapport aux contraintes des acteurs sur le terrain. Le groupe de travail comprend donc des "profanes", mais aussi des chercheurs et des professionnels du domaine, il n'est donc pas représentatif de la population française. L'objectif est de constituer un groupe très divers, incluant des individus qui ont des façons très différentes d'appréhender le problème posé et d'envisager les façons de le résoudre. Notre sélection s'est fondée sur une enquête sociologique qui a permis d'établir une cartographie sociale de la vigne et du vin afin d'identifier les visions du monde qui existent autour des thématiques "vigne, vin et OGM" (voir encart).
Par exemple, les maladies de la vigne constituent un problème important pour nombre de viticulteurs et conduisent à l'utilisation intensive de pesticides. Pour certaines personnes, la transgénèse constitue une alternative à l'utilisation de ces produits, dont les plus polluants sont progressivement retirés du marché, laissant les vignerons sans moyen de lutte contre certaines maladies. Pour d'autres, la transgénèse constitue au contraire une technique dont les effets sur la santé et l'environnement sont trop incertains. Cette controverse renvoie à différentes manières d'envisager la transgénèse au-delà de son application à la vigne, mais aussi à différents points de vue sur ce qui met le vignoble en péril, sur le caractère symbolique du vin, sur des enjeux sociaux régionaux ou mondiaux... Dans les différentes dimensions des visions du monde, ont également été prises en compte la conception du rôle de la science -y compris les positions vis-à-vis de l'INRA- mais aussi des différences d'attitude concernant cette expérience elle-même.

Déroulement de l'expérience et résultats

La question initiale posée au groupe portait sur l'opportunité de réaliser des essais en plein champ de porte-greffe potentiellement résistant au court-noué.
Dans un premier temps, les membres du groupe se sont approprié cette question. Il leur était demandé de la reformuler en fonction de leurs propres préoccupations et de définir les éléments pertinents et le cadre de l'analyse. Par exemple, fallait-il étendre la réflexion à l'ensemble des méthodes de lutte contre les maladies de la vigne (et non seulement à la transgénèse), se demander pourquoi la recherche portait sur le court-noué plutôt qu'une autre maladie ?

INRA Partenaire

Au terme de cette première phase de travail, la question initiale a été reformulée par le groupe de la manière suivante :

• Quels aspects philosophiques, sociaux, économiques et techniques sont mis en jeu au travers du projet d'essai en plein champ de porte-greffe transgéniques ? Dans l'ensemble des besoins de recherche sur les maladies de la vigne, comment définir les priorités et choisir les types d'arbitrage pour mettre en terre les plants transgéniques de Colmar ?

• Doit-on poursuivre à l'INRA la recherche OGM-vigne et si oui, quelles sont les conditions du passage au champ dans le cadre strict d'un objectif de recherche ou pour un éventuel passage à l'innovation variétale ?

Compte tenu de ce cadrage large du problème, le groupe a travaillé sur quatre grandes thématiques :

• le caractère symbolique du produit et son implication sur les relations marchandes,

• les caractéristiques et contraintes des systèmes de production,

• les aspects économiques et politiques,

• l'état actuel de la recherche viti-vinicole -y compris, mais pas seulement sur les OGM-[1].

Les débats très riches ont été nourris par les apports des membres du groupe de travail, complétés par des documents et par des auditions d'experts que les membres du groupe ont jugé nécessaires (et possibles compte tenu de la limite de temps).

Les deux derniers jours de réunion ont été consacrés à la rédaction du rapport. Il s'agit d'un document en deux parties :

• constats et enjeux

• recommandations, points de vigilance.

Parmi les nombreux points de ce rapport (le texte intégral est donc accessible sur le site Internet), quelques éléments donnent une idée de la teneur du travail :

• à propos de la symbolique du vin, le sentiment qu'au-delà de la diversité des produits et des modes de consommation, il n'y a pas de frontière nette entre les différents segments et donc qu' "Une modification génétique réalisée sur des vignes destinées à faire des vins aliments pourrait avoir des retombées sur les vins plaisirs et de haute qualité" ;

• à propos des systèmes de production, l'attachement à la diversité des systèmes de production (diversité biologique, technique, mais aussi culturelle). Face aux menaces liées aux maladies de la vigne, le groupe de travail recommande de développer des méthodes de lutte variées, de façon à contribuer aux différents modes de production de la vigne ;

• concernant plus spécifiquement l'état des recherches, le groupe de travail déplore un manque d'approches intégrées et transversales et met l'accent sur la nécessité de recherches permettant de mieux comprendre l'interaction entre la plante et son environnement :

- "un manque d'approches intégratives susceptibles de contribuer au développement de différentes approches (viticulture durable, raisonnée, intégrée, mais aussi développement de la viticulture biologique voire de la bio-dynamique)",

- "il y a désormais nécessité d'étudier la plante dans sa globalité, en liaison avec son environnement (terroir) et les interactions plante/micro-organismes, qu'ils soient ou non pathogènes".

Si ces points sont assez consensuels, la question précise de l'opportunité des essais à Colmar a fait l'objet de discussions plus tendues. Dans sa réponse, reproduite ci-dessous, le groupe s'est scindé sur deux positions opposées. L'une, favorable aux essais sous des conditions assez restrictives et l'autre, contre le passage au champ, même si ces conditions sont satisfaites. Ce clivage du groupe de travail en deux camps opposés est probablement caricatural, c'est du moins ce qu'ont exprimé plusieurs membres du groupe. Mais pour l'INRA, le message est important car cette opposition marque surtout une différence dans la confiance qui peut être accordée à l'institution quant à sa capacité d'établir une frontière étanche entre recherche et applications.

Nous reprenons ici les conclusions du groupe de travail et la déclaration de la direction générale en réponse.

Conclusions des travaux du groupe de travail

À partir des constats et enjeux ainsi présentés, le groupe est d'accord pour que la recherche de l'INRA sur les vignes génétiquement modifiées continue en laboratoire et en serre. En revanche, les membres du groupe ne sont pas tous d'accord sur l'opportunité du passage au champ des essais dits "de Colmar".

[1] Notons ici qu'à la différence d'une Conférence de citoyens, le questionnement et les thématiques sont définis par le groupe de travail, ce qui est très important compte tenu de l'influence du cadrage du problème sur la réponse à la question initiale. La composition du groupe, avec une forte part de professionnels, permet de limiter le temps de la formation pour le consacrer à la délibération entre les membres du groupe. Par contre, on retrouve moins la sensibilité des "citoyens ordinaires" qui caractérise les rapports de Conférences de citoyens.

La position contre le passage au champ de l'expérimentation de Colmar, soutenue par deux membres du groupe, a été énoncée ainsi :

• cette solution techniquement satisfaisante n'est pas socialement acceptable car la question posée ne repose pas essentiellement sur une approche scientifique dans le domaine considéré, mais doit être replacée dans celui du rapport entre la recherche et l'état de l'opinion publique

• c'est un signe donné à la société que la porte est ouverte à l'introduction des OGM dans la culture de la vigne ; elle est donc susceptible de brouiller l'image du vin. C'est également un signe pour une généralisation de l'utilisation des OGM à toutes les plantes

• le passage en plein champ, c'est-à-dire en milieu ouvert, semble moins maîtrisable dans sa complexité (risque peut-être minime de dissémination dans l'environnement)

• les conséquences sur l'image du vin (dans ses dimensions symboliques et socio-économiques) sont insuffisamment évaluées, faisant courir un risque pour l'ensemble de la filière

• le statut de produit alimentaire sain, constitué par le vin, risque d'être durablement atteint par un procédé considéré à tort ou à raison comme artificiel et manipulateur de la sincérité du produit

• la recherche fondamentale, dès lors que celle-ci apparaîtrait comme une voie lucrative prometteuse, risque d'être dépassée par des applications à finalités commerciales dont l'organisme public qu'est l'INRA porterait alors toute la responsabilité

• le rôle d'un organisme public, fût-il de recherche, est de dire publiquement ce qu'il est éthiquement souhaitable de faire ou de ne pas faire en la matière et de justifier ce choix. Il s'agit là de marquer la différence par rapport au secteur privé lucratif qui se développe sur d'autres objectifs

• au final, une recherche doit intégrer l'impact des débouchés de ses travaux et, à ce titre, a vocation à se constituer en équipe pluridisciplinaire.

Ces deux membres du groupe tiennent à signifier qu'ils ne peuvent valider les recommandations et points de vigilance énoncés plus haut (deuxième partie du rapport), compte tenu de cette position sur les essais de Colmar.

Les douze autres membres du groupe de travail considèrent qu'il est acceptable et opportun de réaliser l'essai en plein champ de ces vignes transgéniques dans un domaine INRA. Cet avis est limité à la question posée : le passage en plein champ de l'expérimentation de Colmar. Compte tenu de la nature même de l'expérience, le groupe de travail ne s'est pas prononcé sur le passage à une éventuelle commercialisation des retombées de la recherche.

Cet avis est motivé par les raisons suivantes :

• dans ce domaine, la France est un réservoir de compétences et de techniques qu'il serait dommageable de perdre

• la culture de la vigne peut se retrouver demain face à un fléau et se trouver devant une impasse technique pour y faire face

• si les opinions publiques sont aujourd'hui globalement opposées aux OGM, cette position peut évoluer

• la vigne est une plante domestiquée, qui ne peut être cultivée sans interventions phytosanitaires. Celles-ci ne sont pas sans conséquences sur l'environnement et sont susceptibles de ternir l'image de la profession et des vins. Des méthodes alternatives doivent d'ores et déjà être recherchées

• la protection phytosanitaire présente de nombreuses limites (résistance, accoutumance, perte d'efficacité) et est même inexistante dans le cas des virus et des maladies du bois par exemple

• l'essai de Colmar est considéré comme un modèle pertinent pour acquérir des connaissances sur les plantes pérennes transgéniques (dissémination de pollens limitée, pas de contact direct entre le porte-greffe transgénique et les raisins de la variété greffée).

Cependant, cette approbation est soumise aux conditions suivantes :

• expliquer au préalable les objectifs de l'expérimentation de Colmar et ses limites à la société civile

• réaliser l'essai dans des conditions garantissant son contrôle, sa sécurité et sa pérennité statutaire

• donner les moyens aux chercheurs d'obtenir des résultats rapidement

• planifier l'avancement de la recherche avec la définition de critères ou étapes-clé à atteindre

• confier à une instance d'évaluation pluraliste et indépendante la responsabilité d'évaluer et de décider de continuer ou de suspendre l'expérimentation en cours à partir de critères établis au préalable

• communiquer les résultats de la recherche en pleine transparence

• en contrepartie, engager ou poursuivre des études de solutions alternatives

• si dans le futur des développements commerciaux de porte-greffe transgéniques (autres constructions) sont envisagés, une consultation sur leur intérêt devra être engagée avec les professionnels, chercheurs, politiques et la société civile.

En outre, ces douze membres du groupe seraient d'accord pour que l'on envisage d'autres essais sur la vigne, aux mêmes conditions que celles énoncées précédemment et, de plus, à condition de :

• considérer en priorité les maladies de la vigne qu'on ne peut pas traiter pour le moment



Photo : Christophe Maître

Prendre en compte les conséquences sur l'image du vin.

INRA Partenaire

• évaluer l'intérêt de la recherche ou de l'essai par rapport à d'autres solutions techniques possibles
• évaluer l'intérêt de la recherche ou de l'essai par rapport à d'autres problèmes à traiter
• prendre garde à l'origine des transgènes (aspects éthiques).

La direction de l'INRA a réagi à cet avis dans les termes suivants

Lancé depuis plusieurs années, le programme de recherche sur les porte-greffe de vigne résistants au court-noué, une des maladies ne bénéficiant pas de traitement phytosanitaire efficace, présente des pistes possibles de création de vignes résistantes. Suspendu depuis 2001, ce programme attend les décisions de la direction de l'INRA pour son éventuelle poursuite qui implique obligatoirement une expérimentation "en champ".

L'INRA est confronté, dans sa prise de décision, à plusieurs éléments. D'une part, de nombreuses maladies de la vigne auxquelles les vignobles français sont particulièrement sensibles, ne bénéficient pas de traitements efficaces. Cette menace pourrait s'avérer dangereuse pour notre production nationale. La transgenèse, qui conduit aux "OGM" pourrait être utile à terme pour répondre à ces fléaux. D'autre part, la vigne étant une culture sensible tant du point de vue symbolique qu'économique, et constituant un élément important de notre mode de vie, l'opinion publique actuelle semble être défavorable à la commercialisation de produits transgéniques.

Comment l'INRA, responsable des programmes de recherche et de l'exploration des pistes nouvelles visant à répondre aux contraintes de l'agriculture d'aujourd'hui et de demain, peut-il orienter ses programmes de recherche dans ce contexte ?

Tout d'abord, l'INRA avait besoin d'élaborer une nouvelle voie pour éclairer sa réflexion stratégique. Devenue un sujet de société, la question des OGM nécessite l'écoute, la compréhension fine et l'échange des différentes sensibilités avant d'élaborer des décisions équilibrées et pesées.

Trouver une bonne méthode de dialogue était un premier obstacle à franchir. Les débats publics organisés à différentes occasions ont permis l'expression claire et répétée des différents avis sur les OGM en général. Pour répondre à ces préoccupations, l'INRA est conduit à obtenir un échange plus précis entre sensibilités autour du sujet précis afin d'être en mesure de lier cet exercice à une décision de la direction.

Il a ainsi expérimenté une nouvelle méthode de participation. Cette expérience-pilote ne se veut pas un exercice de démocratie ou une consultation nationale citoyenne : elle vise, par une confrontation nourrie entre sensibilités différentes, à identifier les points sensibles, les priorités et à imaginer de nouvelles formes de régulation. Ceci se traduit nettement dans la composition du groupe de travail qui a mené l'expérience. Après une analyse sociologique rigoureuse, les membres ont en effet été choisis chacun pour leur vision de la question et collectivement pour la diversité des approches : quatre chercheurs, ayant des approches différentes pour chacun, six professionnels de la vigne choisis selon des critères d'origine géographique et pour la diversité de leurs réflexions personnelles, quatre citoyens développant chacun leur propre vision du monde.

Impulsées par une question précise concernant la poursuite ou l'arrêt des expérimentations "en champ", les réflexions du groupe de travail s'avèrent générales et stratégiques. Sans reprendre le détail du rapport et la réponse point par point de l'INRA, disponibles publiquement et détaillés par ailleurs, plusieurs points sont soulignés.
• Le premier est la nécessité, pour l'INRA et la recherche en général de respecter les valeurs et les principes fondamentaux du contexte économique et social. Ceci implique deux conséquences selon le groupe. D'une part, l'image et la symbolique de la vigne doivent être respectées. D'autre part, le sujet doit être replacé dans une perspective plus large et plus interdisciplinaire, intégrant la comparaison avec les autres voies de recherche, dans une construction commune avec la profession viticole, très hétérogène.
• Le second point concerne l'action de l'INRA et sa responsabilité quant aux innovations issues de ses travaux. Contrairement à ce qu'avance le groupe de travail, l'INRA n'a pas de mission réglementaire, pas de mandat dans les négociations internationales et ne décide pas seul au nom de l'ensemble des acteurs impliqués par le sujet. Il a en revanche une responsabilité claire sur la production de connaissances, l'appui à l'expertise publique, sur certaines étapes de l'innovation et sur les utilisations directes qui en sont faites.

Bibliographie

Callon, M. (1981). "Pour une sociologie des controverses technologiques". *Fundamenta Scientiae* 2(3/4):381-399.
Callon, M. (1999). "Des différentes formes de démocratie technique". In Risque et Démocratie : savoirs, pouvoir, participation… vers un nouvel arbitrage ? *Cahiers de la sécurité intérieure* n°38:37-54.
Grin, J., van de Graaf, H., Hoppe, R. (1997). *Technology assessment through interaction. A guide*, Den Haag, Rathenau Institute (disponible auprès du Rathenau Institute, www.rathenau.nl).
Hatchuel, A. (2001). "Agir public et action collective : L'expertise comme processus démocratique", in *Pour une expertise démocratique*, J.L.E. Heurgon, Éditions de l'Aube, Paris.
Joly, P.-B. (2001). "La gestion d'une innovation controversée : l'exemple des biotechnologies végétales". In *Encyclopédie de l'innovation*. Economica (à paraître).
Joly, P.-B., Assouline, G., Kréziak, D., Lemarié, J., Marris, C., (2000). "L'innovation controversée : le débat public sur les OGM en France". Grenoble, INRA.
Lascoumes, P. (1999). "Productivité des controverses et renouveau de l'expertise". In Risque et Démocratie: savoirs, pouvoir, participation… vers un nouvel arbitrage ? *Cahiers de la sécurité intérieure* n°38 : 75-95.
Marris, C. (1999) "OGM: comment analyser les risques ?" *Biofutur*, No. 195 (décembre), pp.44-47. Accessible sur le site
Marris, C. et P.-B. Joly (1999). "Participation des citoyens français dans l'évaluation des choix scientifiques et technologiques". In Risque et Démocratie: savoirs, pouvoir, participation… vers un nouvel arbitrage ? *Cahiers de la sécurité intérieure* n°38:97-124. Accessible sur le site web
Rip, A. (1986). "Controversies as informal technology assessment", *Knowledge : Creation, Diffusion, Utilization* 8(2): 349-371.

Pour en savoir plus

www.inra.fr/micom/Dossiers/TEMPORAIRE/genomique/ogm-vigne-declaration-dg.html (sur le site OGM).
Présentation de l'expérience : www.inra.fr/micom/Dossiers/TEMPORAIRE/genomique/experience-vigne-trangen.htm>
Rapport final du groupe de travail et réponse de la direction de l'INRA : www.inra.fr/micom/Dossiers/TEMPORAIRE/genomique/rapport-final-ogm-vigne.html
Site Société Économie Décision : www.inra.fr/Internet/Directions/SED/science-gouvernance

• Le troisième élément est la vigilance obligatoire sur un éventuel passage des résultats de la recherche à une innovation commerciale. Selon le groupe de travail, il est nécessaire que l'INRA dise clairement à quel stade se situe cet essai ; est-ce un essai de recherche ou un essai de développement en vue d'une commercialisation ? Les porte-greffe étudiés n'étant que du matériel d'étude et n'étant d'ailleurs pas commercialisables, l'INRA situe clairement les essais de Colmar exclusivement dans le processus de recherche. Cet aspect ne suffit pas à répondre à la question générale posée sur les conditions qu'il faudrait remplir, les régulations, les vérifications à mettre en place pour que le passage de la recherche à l'innovation soit maîtrisé et non automatique. Les décisions de l'INRA doivent clairement répondre à ces attentes.

• Le dernier point concerne la reprise éventuelle des essais en champ sur les porte-greffe résistant au court-noué. Outre les aspects déjà évoqués sur la symbolique de la vigne, ou les conditions d'expérimentation et de transparence, la question posée à la fois par ceux qui sont favorables sous certaines conditions et ceux qui restent défavorables, est celle de la confiance dans la capacité d'une institution à résister à un lobbying économique et à une logique poussant à développer sans régulation tous types d'innovations. L'INRA s'efforcera de maintenir cette confiance par des procédures ouvertes et des décisions claires et fiables.

Forte de ces enseignements, consciente des enjeux économiques et sociaux sous-jacents, la direction de l'INRA base les décisions suivantes sur le respect des perspectives et des recommandations produites par le groupe de travail. Ces décisions portent à la fois sur les régulations spécifiques à mettre en œuvre pour orienter les programmes de recherche finalisée, notamment ceux utilisant des expérimentations en champ de porte-greffe transgéniques, et sur la poursuite elle-même de ces essais.

1• Compte tenu des enjeux identifiés autour des fléaux de la vigne, l'INRA n'engagera des essais OGM vigne en champs que sur l'aspect phytosanitaire.
Le développement de l'innovation pour la commercialisation est en prise directe avec le marché et n'est pas de l'initiative première de l'INRA ; elle doit recueillir l'assentiment des pouvoirs publics et l'intérêt des agents économiques.

L'INRA ne décidera pas, sur le contexte sensible de la vigne et des OGM, de développer une innovation OGM, même sur des aspects phytosanitaires, avant d'être clairement mandaté pour cela par la profession. La profession devra en outre s'être assurée de la robustesse des dispositifs de contrôle et de suivi auprès des diverses sensibilités sociales concernées.

2• L'INRA créera, avec les professionnels, un "comité mixte sur la recherche viti-vinicole", composé de scientifiques de l'INRA et de responsables scientifiques ou techniques de la profession. Ce comité aura la charge de construire des propositions sur les grandes orientations des programmes de recherche futurs sur la vigne à l'INRA. Il débutera ses travaux en 2003 par la politique et la stratégie de recherche sur les aspects et les pratiques phytosanitaires.

Le processus de construction des avis suivra le cheminement suivant :
• examen du sujet et des problématiques de recherche sous-jacentes ; dans le cas où certaines approches de chaque mode de production, y compris la biodiversité, n'ont pas été abordées scientifiquement auparavant, une étude exploratoire sera examinée par le comité, afin de dégager d'éventuelles problématiques de recherche,
• audition des différentes sensibilités, professionnelles et non professionnelles sur le sujet,
• rédaction d'un avis et de propositions d'orientations à l'adresse de la direction de l'INRA
• décision de la direction de l'INRA sur la base de l'ensemble de ces éléments et diffusion publique de cette décision.

3• Dans ce cadre, l'essai en plein champ sur la résistance au court-noué par la vigne OGM à Colmar sera implanté pour 5 ans, sous réserve d'autorisation par les ministères compétents après avis de la commission du génie biomoléculaire. Cet essai répond en effet aux priorités dégagées sur les enjeux phytosanitaires, et permet, dans une approche de parcimonie et de précaution, d'entretenir la dynamique de recherche finalisée, ainsi que l'expertise publique.

Cet essai a fait l'objet d'une communication locale préalable.

Le protocole d'essai sera déterminé par les scientifiques puis discuté par un comité local de suivi et rendu public.

Les précautions prises seront, au-delà des dispositions réglementaires, discutées et évaluées par le comité local de suivi.
L'essai ne concernera que des surfaces limitées.
Le suivi de ses résultats sera effectué selon l'organisation suivante :
• les résultats scientifiques feront l'objet d'une information du comité local de suivi et du comité mixte sur la recherche viticole,
• le suivi environnemental et de bio vigilance sera rendu public.

INRA Partenaire

Contribution à la lutte contre l'effet de serre

Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?

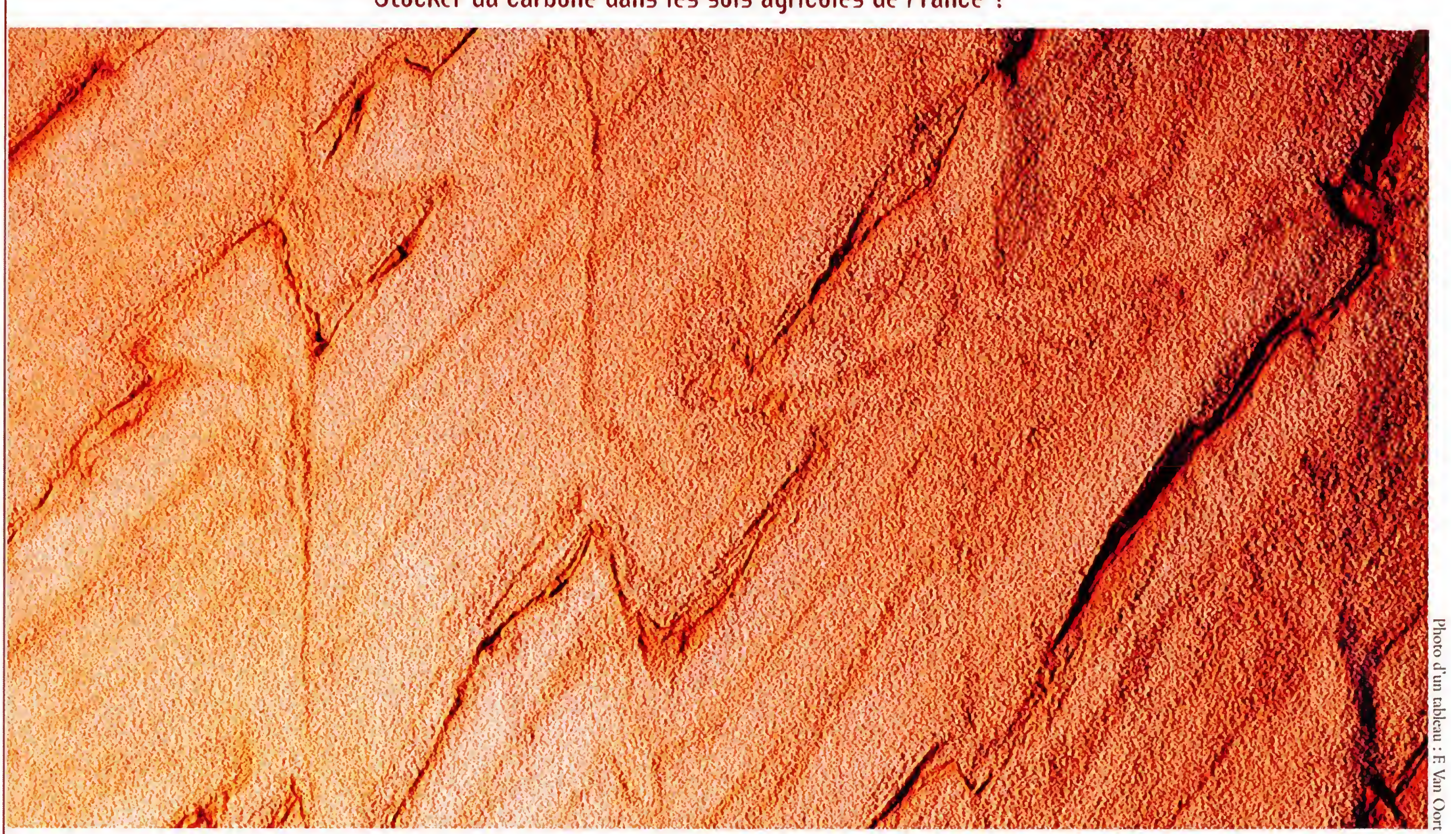


Photo d'un tableau : F. Van Oort

Il y a un an, *INRA mensuel* consacrait un article à la présentation de l'activité d'expertise scientifique collective qui venait d'être installée à l'INRA avec la création d'une unité dédiée, elle est rattachée à la direction de l'Innovation et des systèmes d'information [1]. Il s'agissait alors de définir l'exercice et d'en exposer les principes.

Aujourd'hui le lecteur pourra découvrir le résumé d'une première expertise collective "stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?" remise en janvier 2003 à son commanditaire, le ministère de l'Écologie et du Développement durable, lors d'un colloque qui rassemblait 350 participants.

La question posée dans cette expertise collective est au cœur des négociations autour de l'application du protocole de Kyoto sur la définition de mesures susceptibles de lutter contre l'accumulation dans l'atmosphère des gaz à effet de serre générés par les activités humaines. La solution évidente consiste, bien sûr, à réduire les émissions de ces gaz, mais on peut également utiliser, en l'amplifiant, le rôle de puits pour l'un de ces gaz, le CO_2, que peuvent jouer les océans, les forêts ou les sols agricoles. Ce dernier point fait l'objet de controverses entre les États engagés dans la négociation et certains s'interrogent sur l'intérêt et la faisabilité de ce stockage dans les sols agricoles. C'est dans ce contexte que le ministère de l'Écologie et du Développement durable a demandé à l'INRA de dresser un bilan pluridisciplinaire des connaissances scientifiques sur le sujet permettant aux négociateurs de disposer de bases fiables dans les discussions à venir.

L'expertise, pilotée par Pierre Stengel, a été réalisée par un collectif d'experts emmené par Dominique Arrouays et constitué de chercheurs spécialisés en sciences du sol, agronomie, bioclimatologie, et économie publique appliquée à l'agriculture, de l'INRA et d'autres établissements français et étrangers. L'unité Expertise scientifique collective est intervenue en appui à la réalisation de ce travail, notamment pour la rédaction de la synthèse pour décideurs et l'organisation de la communication des résultats. Le rapport et la synthèse issus de ce travail sont disponibles sur le site Internet de l'INRA (www.inra.fr/actualites/rapport-carbone.html).

[1] *INRA mensuel* n°113, juin 2002.

Comme annoncé dans son Schéma stratégique 2000-2004, l'INRA a développé ses activités d'expertise collective pour répondre aux demandes formulées notamment par les pouvoirs publics. Dans cette logique a été créée une unité d'Expertise Scientifique Collective (UESC) : responsable du suivi des dossiers et des produits éditoriaux de l'expertise, elle est en outre chargée d'élaborer des procédures de travail pour la conduite de ces projets à l'INRA et de développer les relations avec les structures d'expertise des autres organismes de recherche.

Cette expertise collective, en réalisant un état des lieux qui n'omet pas les divergences et les incertitudes, constitue, de l'avis des décideurs qui en avaient passé la commande, un outil précieux dans la prise de décision. Au delà du cercle des négociateurs, son audience en France et à l'étranger attestent de l'intérêt et de la pertinence de la démarche engagée par l'INRA.

Claire Sabbagh
Unité Expertise collective scientifique-DISI

Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?

Une expertise scientifique collective réalisée par l'INRA à la demande du ministère de l'Écologie et du Développement durable - Résumé -

L'augmentation de la concentration atmosphérique en gaz à effet de serre (GES) induite par les activités humaines est considérée de plus en plus unanimement comme responsable du changement climatique. Le Protocole de Kyoto, qui pourrait entrer en vigueur en 2003, vise à limiter cette évolution par la réduction des émissions de GES, qui représente évidemment la politique la plus durable. Pour le gaz carbonique, qui est d'ailleurs le principal GES, le Protocole a également admis l'utilisation d'une solution complémentaire qui consiste à accroître la séquestration de CO_2 par la végétation et le stockage du carbone dans la biomasse et les sols. Les modalités de mise en œuvre de cette seconde option font actuellement l'objet d'importantes négociations, pour lesquelles les experts sont chargés de fournir des bases scientifiques.

- Les enjeux du stockage de carbone dans les sols agricoles

• *Le rôle de "puits" temporaire de carbone des écosystèmes terrestres*

La végétation, en synthétisant de la matière organique à partir du CO_2 qu'elle prélève dans l'atmosphère, "stocke" ainsi du carbone, sous forme organique. Une fraction importante de cette biomasse et de ces résidus est ensuite incorporée au sol où elle est soumise à diverses transformations et dégradations. Cette matière organique du sol finit par subir une minéralisation, processus qui restitue le carbone à l'atmosphère sous forme de CO_2. Le stockage de carbone organique dans le sol est donc toujours temporaire, mais il est plus ou moins important et long selon les conditions du milieu. Parce qu'ils peuvent jouer sur les apports de matière organique au sol et/ou sur la vitesse de minéralisation, l'usage des terres et les pratiques culturales sont susceptibles de modifier le niveau de ces stocks dans le sol.
Or ces stocks de carbone dans les sols sont importants : à l'échelle planétaire, ils représentent quelque 1500 milliards de tonnes, soit deux fois plus que le stock dans l'atmosphère. Une augmentation même minime du stockage dans les sols pourrait donc jouer un rôle significatif dans la limitation du flux net de GES vers l'atmosphère.

• *Les enjeux du stockage de carbone dans les sols*

Le stockage dans la biomasse forestière (article 3.3 du Protocole de Kyoto) a déjà fait l'objet d'accords internationaux qui fixent les contingents attribués aux différents pays. L'accroissement du stockage dans les sols au travers de changements d'occupation des sols et de pratiques agricoles ou sylvicoles a été retenu dans son principe (article 3.4), mais ses modalités d'application ne sont pas encore définies. Les quantités de CO_2 que les pays pourront déduire de leurs émissions à ce titre ne seront pas plafonnées *a priori*, mais leur prise en compte sera conditionnée par l'obligation de prouver la séquestration revendiquée. Ce sont les procédures de cette vérification, actuellement en cours de négociation, qui font l'objet de controverses entre les pays signataires du Protocole.
L'enjeu est important pour la France qui ne dispose, pour respecter ses engagements à maintenir ses émissions de GES à leur niveau de 1990, que d'une marge de manœuvre limitée du fait d'émissions déjà relativement faibles (en raison de l'importance de l'électronucléaire) et qui pourrait tirer avantage de l'importance de sa surface agricole.

• *L'expertise commandée par le MEDD à l'INRA*

C'est dans ce contexte que le ministère chargé de l'Environnement a demandé à l'INRA de conduire une expertise collective concernant les capacités d'accumulation de carbone organique dans les sols agricoles et leurs dynamiques temporelles. Il s'agissait d'examiner les changements d'usage des sols agricoles et de pratiques agricoles *a priori* éligibles au titre du Protocole de Kyoto, leur capacité à induire effectivement un stockage additionnel de carbone dans les conditions pédoclimatiques françaises, leur applicabilité dans le contexte technico-économique agricole actuel, les politiques susceptibles d'inciter les agriculteurs à adopter ces pratiques et les moyens à mettre en œuvre pour vérifier ce stockage.
Le travail d'expertise scientifique collective a consisté à établir une synthèse critique des données scientifiques disponibles, permettant de dégager les connaissances avérées mais aussi de mettre en évi-

INRA Partenaire

Pour en savoir plus

Arrouays, D., J. Balesdent, J.C. Germon, P.A. Jayet, J.F. Soussana et P. Stengel (eds). 2002, *Contribution à la lutte contre l'effet de serre. Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?* Expertise scientifique collective. Synthèse. INRA. 32 p.

Cette synthèse, ainsi que le rapport d'expertise (332 p.), sont disponibles sur le site INRA : www. inra.fr

Contacts

• Dominique Arrouays : Infosol - INRA - Avenue de la Pomme de Pin - Ardon - BP 20619 - 45166 Olivet cedex ; arrouays@orleans.inra.fr
• Claire Sabbagh : Unité d'Expertise Scientifique Collective - INRA - 147 rue de l'Université - 75338 Paris cedex 07 ; sabbagh@paris.inra.fr

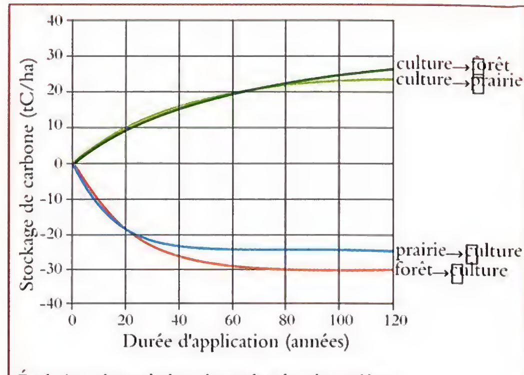
dence les incertitudes et les controverses qui subsistent. L'exercice était limité aux sols agricoles métropolitains, le puits de carbone forestier et le cas des sols agricoles tropicaux faisant l'objet d'autres travaux de synthèse. Il a été réalisé par un groupe d'experts de diverses disciplines (science du sol, agronomie, économie...).

- Un potentiel de stockage de carbone non négligeable mais difficile à valoriser

L'expertise montre qu'en modifiant les usages des sols et/ou certaines pratiques agricoles, il est effectivement possible d'accroître significativement le stockage de carbone organique dans les sols agricoles métropolitains. Toutefois, la réalisation de ce potentiel de stockage se heurte à de nombreuses incertitudes et difficultés.

• *Les changements d'usage des sols et de pratiques agricoles favorables au stockage de carbone*

Ce sont certains changements d'usage des terres qui permettent les flux de stockage les plus élevés par unité de surface : l'afforestation ou la conversion en prairies permanentes de terres labourées peuvent induire des stockages de l'ordre d'une demi-tonne de C par ha et par an en moyenne sur une durée de 20 ans. L'afforestation induit de plus une augmentation du stockage dans la biomasse ligneuse et une diminution des intrants et des consommations énergétiques.



Évolutions du stock de carbone dans le sol associées aux changements d'usage des terres provoquant les stockages (0,5 tC/ha/an durant les 20 premières années) ou les déstockages (1 tC/ha/an) extrêmes.

Malgré un stockage induit plus faible, certaines pratiques culturales, compte tenu des surfaces en jeu, présentent également une efficacité potentielle significative : c'est le cas de la suppression du labour, de l'implantation d'engrais verts en interculture, de l'enherbement permanent des vignobles et vergers. L'implantation de haies ou une modification des modes de gestion des prairies permanentes et temporaires, dont les effets sont plus difficiles à quantifier, sont également susceptibles de contribuer au stockage de carbone.

En revanche, les possibilités offertes par la gestion des résidus et effluents agricoles ou urbains sont apparues faibles et l'intensification de productions déjà à hauts rendements n'apporte aucun bénéfice.

• *Le potentiel national de stockage de carbone*

Divers scénarios d'adoption des pratiques favorisant le stockage de carbone ont été testés. Ces simulations ont montré que le potentiel maximal de stockage additionnel est de l'ordre de 3 à 5 millions de tonnes de C par an pour une durée de 20 ans sur le territoire métropolitain. Des hypothèses plus réalistes concernant les modifications de pratiques aboutissent à un stockage de l'ordre de 1 à 3 millions de tonnes par an. Ce potentiel global, estimé pour les conditions françaises, est plus faible que celui avancé par d'autres experts. Bien que n'étant équivalent qu'à 1 à 2% des émissions de GES françaises, il n'est pas négligeable, puisqu'il pourrait représenter une proportion importante de l'effort à consentir pour respecter les engagements pris dans le cadre du Protocole de Kyoto.

La nécessité de développer les recherches et l'acquisition de références

L'examen critique de la bibliographie française et internationale réalisé pour cette expertise souligne les lacunes dans les connaissances et l'impossibilité de quantifier précisément la plupart des phénomènes. Cette situation se traduit par des estimations accompagnées de marges d'incertitude fortes. Or le potentiel de stockage de carbone des sols français ne pourra à terme être valorisé que si les conditions pédoclimatiques et agricoles assurant l'efficacité des mesures visant le stockage peuvent être identifiées systématiquement, et si des méthodes fiables de quantification des gains obtenus sont développées.

La poursuite des recherches et l'acquisition de références supplémentaires s'avèrent donc nécessaires dans plusieurs domaines :

• la compréhension des mécanismes de biotransformation du carbone dans les sols ;
• la modélisation globale du comportement du carbone dans les sols, ainsi que le développement des dispositifs d'expérimentation de longue durée et d'observation pour acquérir les références nécessaires au calibrage puis à l'application des modèles ;
• l'établissement du bilan d'émission/séquestration de GES et du bilan environnemental global des activités agricoles ;
• le suivi des évolutions de l'utilisation des terres et des systèmes de production agricoles, nécessaire pour la vérification des pratiques revendiquées, mais aussi pour la conception et l'adaptation des politiques incitatives ;
• la modélisation intégrée, articulant les impacts des modifications de l'utilisation des terres, du changement climatique et des politiques agri-environnementales, à développer pour éclairer le décideur public et informer les agents économiques.

L'enjeu de ces travaux dépasse largement la question immédiate de la mise en œuvre nationale du Protocole de Kyoto ; il se situe dans le cadre de la gestion planétaire et à long terme du problème de l'effet de serre et d'une gestion durable des sols. L'importance de ces enjeux justifie l'intérêt que la recherche doit porter à ces questions.

• *Les incertitudes et la variabilité des stockages*

Les potentiels de stockage retenus sont assortis d'une forte incertitude relative, de l'ordre de 50% au niveau des flux par unité de surface, de l'ordre de 100% au niveau de l'estimation nationale. Les résultats sont très sensibles aux conditions pédoclimatiques et agricoles locales, et donc très contrastés selon les régions.

De plus, les estimations réalisées ne tiennent pas compte des émissions d'autres GES (N_2O et CH_4 notamment) induites par l'adoption des pratiques favorisant le stockage de carbone, qui seraient à déduire de la séquestration de CO_2. Enfin, les stockages pourraient être plus faibles si le changement climatique devait avoir un effet sur la minéralisation de la matière organique des sols plus fort que prévu actuellement ou s'il interdisait certaines options consommatrices d'eau.

• *Les conditions de réalisation*

Les stockages de carbone envisagés impliquent des changements massifs de pratiques et d'usage des terres, dont certains sont contraires aux évolutions actuelles (tendance à la diminution des prairies permanentes…) ou nécessitent des choix de politique agricole forts (afforestation des jachères fixes…). Ils supposent des engagements de très longue durée des agriculteurs (pour la constitution de stocks additionnels puis leur maintien), d'autant plus difficiles à consentir que le contexte politico-économique agricole est susceptible d'évoluer rapidement. Ils nécessiteront des mesures incitatives, dont la nature, le critère d'attribution et le financement ne sont pas faciles à définir.

• *Les conditions techniques de vérification*

Pour être pris en compte dans le bilan national, les stockages additionnels de carbone devront être prouvés et contrôlables. Les procédures de vérification devraient comporter la vérification, d'une part du stockage par unité de surface induit par un changement d'usage ou de pratique agricole, d'autre part des surfaces concernées par ces changements. Pour aucun des deux volets, on ne dispose actuellement d'outils d'observation adéquats.

La mise en évidence de stockages additionnels annuels très variables et faibles par rapport aux stocks (eux-mêmes très variables), la détermination de la base de référence (stockage en l'absence de mesures le favorisant), le contrôle des surfaces soumises à des changements de pratiques culturales... seront de toute façon délicats à réaliser.

Les dispositifs de vérification seront nécessairement lourds et donc coûteux à mettre en œuvre. Si le niveau d'exigence retenu est trop élevé, la vérification sera techniquement impossible à mettre en place pour la première "période d'engagement" (2008-2012) définie par le Protocole, et son coût deviendra prohibitif par rapport au prix de la tonne de carbone.

Enfin, contrairement à la réduction des émissions, **le stockage de carbone dans les sols ne constitue pas une solution durable** de réduction du CO_2 atmosphérique, puisque les stocks cessent de croître après quelques dizaines d'années, et que les terres agricoles mobilisables sont en quantité finie.

Toutefois, ce stockage pourrait permettre une certaine flexibilité vis-à-vis des engagements pris dans le cadre du Protocole de Kyoto, et il s'accompagne le plus souvent de bénéfices agronomiques et environnementaux connexes.

- La nécessité d'envisager une politique globale vis-à-vis de l'effet de serre, à intégrer dans une politique agri-environnementale plus large

Compte tenu des incertitudes sur les résultats, des contraintes de mises en œuvre et du prix vraisemblablement modeste de la tonne de carbone par rapport aux aides agricoles existantes, **une politique spécifique, limitée au stockage du C dans les sols, apparaît peu réalisable et peu efficace. Les mesures visant ce stockage de C devront être intégrées dans une politique plus large.**

Une politique globale de lutte contre l'effet de serre devrait permettre de :

• prendre en compte l'ensemble des gaz à effet de serre d'origine agricole, et notamment les émissions de N_2O. Ce dernier point devrait conduire à considérer la gestion des intrants azotés comme prioritaire au même titre que la gestion du C

• s'assurer que l'adoption d'une pratique à un endroit n'induit pas ailleurs une émission ou un déstockage de carbone (question du *leakage*)

• comparer le stockage de C dans les sols à l'alternative énergétique (cultures pour la production de biocarburants et valorisation énergétique des résidus agricoles et urbains)

• et le comparer aux réductions d'émission possibles dans les autres secteurs économiques.

Les pratiques tendant à stocker du carbone dans le sol présentent quasi-systématiquement d'**autres bénéfices environnementaux** : limitation de l'érosion, amélioration de la qualité des sols et des eaux, économie d'énergie fossile, biodiversité plus élevée… Cette compatibilité avec d'autres objectifs environnementaux permet d'intégrer les mesures incitatives "carbone" dans des mesures agri-environnementales plus larges, dans le cadre de la PAC. L'existence de certains effets négatifs (emploi accru



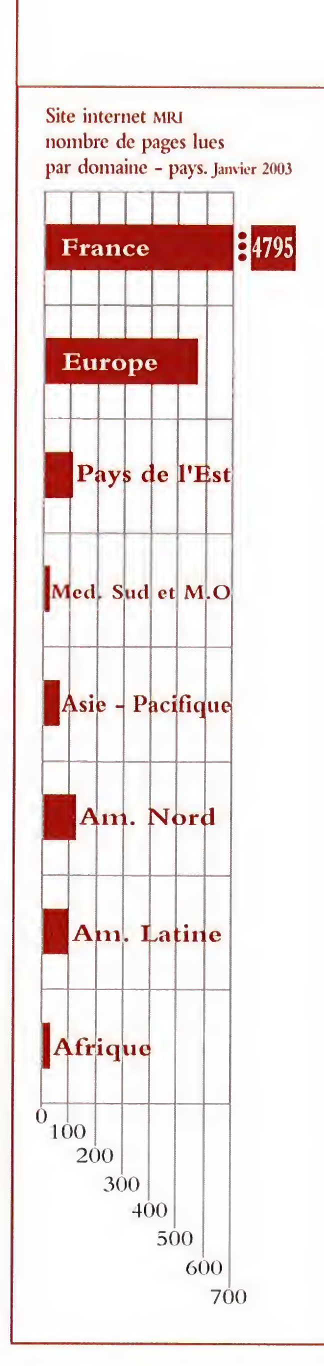
Photo d'un tableau : F. Van Oort

INRA Partenaire

de pesticides en non-labour, fermeture des paysages par afforestation...) nécessitera toutefois quelques arbitrages entre objectifs environnementaux.

Réciproquement, des actions de politique agri-environnementale (agriculture intégrée, protection des sols...) peuvent s'accompagner de bénéfices en terme de stockage de carbone. Ces gains, à condition de pouvoir montrer leur caractère intentionnel, pourraient être revendiqués au titre de l'application du Protocole de Kyoto ; cette reconnaissance de politiques agri-environnementales globales incluant un volet "carbone" est nécessaire à la mise en œuvre de telles actions.

Toute politique de ce type aura nécessairement une dimension territoriale forte. Elle devra se raisonner selon les enjeux environnementaux et territoriaux locaux, en prenant en compte des unités de fonctionnement dépassant la parcelle agricole (exploitations, bassins versants, zones d'alimentation des nappes souterraines...).



Relations internationales

Infoservice

Relations Internationales

L'infoservice dédié aux activités internationales de l'INRA date de 1998. En 2001, le besoin d'une nouvelle version s'est fait sentir. En revoyant profondément la partie Internet, le comité de pilotage a pris en compte les observations faites par les usagers pendant les deux premières années.

Le public potentiel du site des relations internationales est large :

• Scientifiques : tous les chercheurs de l'INRA ainsi que leurs partenaires français ou internationaux, universitaires ou appartenant à des centres de recherche publics et privés, intéressés par l'activité de l'INRA, pour d'éventuelles collaborations

• Institutionnels : les services de coopération et d'actions culturelles (SCAC) des Ambassades de France, les ministères français et aussi les Ambassades étrangères à Paris

• Étudiants ou jeunes scientifiques à la recherche d'information ou de possibilités de stage.

Tous souhaitent obtenir rapidement une information précise, pertinente et actualisée ; ils apprécient des outils de navigation clairs qui permettent une recherche rapide de l'information. Un plan du site est également souhaité par les utilisateurs occasionnels. Pour les concepteurs du site, cela a eu deux conséquences :

• revoir en profondeur la maquette et la structure du site, pour aller en particulier vers des pages plus légères, plus rapides à charger.

• déplacer une partie de l'information précédemment en Intranet, vers l'Internet, notamment les annonces d'appels d'offres et de bourses.

- Contenu

Ce site a alors été structuré pour pouvoir répondre aux questions que se posent les chercheurs :

• comment monter une coopération entre 2 pays

• comment un chercheur étranger peut-il obtenir des aides pour venir en France ou comment un chercheur français peut-il se déplacer à l'étranger ?

• quels sont les principaux dispositifs administratifs et financiers pour apporter un soutien à des projets d'échanges scientifiques et de formation.

Les annonces d'appels d'offres et de bourses sont très visibles de la page d'accueil ; elles sont mises à jour si besoin plusieurs fois par semaine.

Enfin, plusieurs rubriques "racontent" la vie internationale de l'INRA : actualité de la vie internationale, activité ou résultats de la coopération bilatérale ou multilatérale.

- Structure

La navigation au sein du site se fait autour de la page d'accueil. Sur celle-ci, la partie informationnelle est présentée en 3 colonnes, avec des photos. Sa durée est assez brève ; elle est ensuite déplacée vers les pages concernées : coopérations bilatérale ou multilatérale. Les utilisateurs ont la possibilité de récupérer par téléchargement des comptes rendus de conférences, les publications de l'INRA et de la MRI : par exemple, le document *Recherche et vie internationale de l'INRA*, le résumé d'une étude bibliométrique sur *Les collaborations internationales de l'INRA*, et enfin *La Lettre du club INRA international*, dont les informations internationales paraissent maintenant dans *La lettre de l'INRA*.

- Les projets

La présentation du site va de nouveau évoluer avec les futures recommandations du site institutionnel de l'INRA. Le contenu ne va pas varier de façon très

importante ; la partie Intranet va elle aussi être refaite. Et devinez quel est son point faible ? Il n'est pas traduit en anglais...

Odile Bédu,
Antenne MRI, Montpellier
bedu@ensam.inra.fr www.inra.fr/international/

Mission internationale

Pierre-Louis Lefort, président du GEVES, est chargé de représenter l'INRA au sein des programmes de recherche menés au niveau mondial, de renforcer la coopération de ses équipes de recherche avec les centres internationaux de recherche et de représenter l'INRA au sein de la cellule opérationnelle du comité C31 (CIRAD, INRA, IFREMER, IRD).

Europe

Conférence européenne d'Athènes

La présidence grecque de l'Union européenne a organisé les 8 et 9 mai une conférence sur la politique de recherche agronomique au sein de l'espace européen de la recherche. L'INRA, représenté par une délégation de huit participants dont Bertrand Hervieu, Michel Dodet et Gérard Pascal, a assuré la coprésidence de l'ensemble de la conférence.

Contact : Nicolas Durand durand@paris.inra.fr
D'après *INRA en bref* n°173 du 27.05.2003.

Réseau des "correspondants Europe" des centres INRA

Le réseau d'information sur l'Europe et d'appui au montage des projets européens dans les centres est maintenant opérationnel. Il se substitue à celui qui existait précédemment et est constitué, sauf exception, des personnes responsables du suivi des contrats dans les centres dont la mission est, en relation étroite avec les présidents de centre et les DSA, de :

- contribuer à faire circuler les informations sur les programmes de la commission européenne concernant la recherche,
- fournir un appui au montage des projets dans les domaines qui sont de leur compétence (en particulier, les projets mobilisant des instruments traditionnels : projets spécifiques ciblés, actions de soutien spécifiques, actions de coordination, actions Marie Curie, infrastructures),
- pour ce qui sort de leur domaine, orienter les demandes formulées par les unités de recherche vers les personnes ressources de l'INRA, notamment au sein de la DARESE. www.inra.fr/intranet-europe/index2-presentation.html#personnesressources

Communauté scientifique

IRD

Serge Calabre est nommé directeur général de l'IRD. Professeur des universités en sciences économiques, il était depuis 1999 responsable de la section d'économie à l'École normale supérieure de lettres et sciences humaines à Lyon. Spécialisé dans les domaines de l'économie du développement, des marchés et des prix internationaux des matières premières, des filières de produits et de la politique économique, Serge Calabre est l'auteur de nombreux ouvrages et travaux. Il fut, entre autres missions, également chargé de la coordination de l'expertise en matière de recherche pour le développement au sein de la mission scientifique et technique du ministère de l'Éducation nationale de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en 1996-1997.

Académie des sciences

Étienne-Émile Baulieu a été élu président de l'Académie des sciences pour la période 2003-2004 et succède à **Hubert Curien**. Directeur d'une unité INSERM, professeur de biochimie à l'université Paris-XI, puis professeur au Collège de France, il est connu dans le monde pour la découverte de la sécrétion du sulfate de déhydroépiandrostérone (DHEA) et l'invention de l'antihormone contragestive antiprogestérone (RU486), utilisée lors de l'interruption de grossesse ou pour faciliter les accouchements difficiles. C'est **Édouard Brézin**, physicien, professeur à l'université Pierre et Marie Curie et rattaché au laboratoire de Physique théorique du CNRS qui lui succède à la vice-présidence de l'Académie des sciences.

Cité des Sciences

Jean François Hébert est le nouveau président de la Cité des Sciences.

Convention cadre INRA/CNRS

Marion Guillou et Geneviève Berger, directrice générale du CNRS, ont signé le 16 mai une convention cadre renforçant la coopération des deux organismes dans différents domaines, notamment en Sciences de l'Environnement. Aux termes de la convention cadre conclue le 3 juillet 1995, le CNRS et l'INRA ont souhaité unir leur effort de recherche en accentuant la coordination stratégique de leur politique de recherche et en privilégiant l'analyse des thématiques scientifiques dans le cadre de projets pluri-annuels. Le développement des relations entre les deux organismes de recherche se manifeste, en particulier, par l'accroissement sensible du nombre d'UMR ces dernières années, passant de 5 unités, en 1999, au début du processus de contractualisation avec les établissements d'enseignement

INRA Partenaire

supérieur, à 24 unités actuellement. Une convention type est annexée à la convention cadre. Elle est destinée à formaliser les UMR tripartites entre le CNRS, l'INRA et l'enseignement supérieur. La réunion du 16 mai a été l'occasion d'aborder la situation de ces UMR et les aspects concernant la gestion des contrats et la valorisation de leurs résultats.

Partenaires professionnels

UFC-Que choisir :
disparition de Marie-José Nicoli, sa présidente

L'INRA a appris avec tristesse le décès de Marie-José Nicoli, présidente de l'UFC-Que choisir.

Depuis de nombreuses années Marie-José Nicoli participait avec ardeur et dynamisme aux réflexions et aux débats sur les grands sujets scientifiques touchant de près les citoyens et les consommateurs : l'alimentation, les biotechnologies, l'environnement...

Elle avait ainsi contribué aux travaux et échanges sur la maladie de la vache folle, comme sur les plantes génétiquement modifiées et adressé des questions aux équipes de recherche de l'INRA.

La vigueur de ses convictions et sa volonté de faire prendre en compte les points de vue des consommateurs s'appuyaient sur un travail approfondi lui permettant une connaissance concrète et précise des sujets. Son attitude de franchise et l'amplitude de ses réflexions faisait d'elle une interlocutrice très appréciée des scientifiques.

(Communiqué de presse INRA, 30 avril 2003).

Environnement et gestion de l'espace régional, EGER

Le 17 juin 2003 à Grignon, le pôle d'enseignement et de recherche EGER, environnement et gestion de l'espace régional, réalisé dans le cadre du contrat plan État-Région, a été inauguré. Ce pôle regroupe l'INRA, le CNRS, le CEMAGREF, l'IRD, l'INA P-G, l'ENSCP (École nationale supérieure de chimie de Paris) et l'université Paris VI Pierre-et-Marie Curie, son projet scientifique vise à apporter des réponses à des questions liées aux activités agricoles dans les grands bassins de production et les zones périurbaines.


Photo : Christophe Maitre

Ce pôle a pour objectif la mise en œuvre de programmes de recherche sur l'environnement à l'échelle régionale, en étudiant plus particulièrement les grands bassins de production agricole et les zones agricoles périurbaines. Ces programmes concernent :
• l'étude des matières organiques des sols et l'étude du devenir des polluants et des micropolluants dans les sols agricoles
• l'évaluation des risques environnementaux des systèmes de grandes cultures et la conception de systèmes de culture durables
• la mise en œuvre d'actions concernant la valorisation agricole des déchets.

Le nouveau bâtiment EGER accueille 150 personnes dans 5700 m² de laboratoires et bureaux. Sa construction, d'un coût de 7,9 M€ a été co-financée par la région Ile-de-France, l'INRA et l'INA P-G dans le cadre du contrat de plan état-région 1995-1999.

(Communiqué de presse INRA, 17 juin 2003).

AFNOR

Olivier Peyrat est nommé directeur général d'AFNOR, depuis le 1er juin 2003, dont les activités sont aujourd'hui centrées sur quatre métiers : la normalisation, les produits et services d'information, la certification, la formation et le conseil. Elles s'inscrivent dans le cadre d'un groupe réunissant l'Association AFNOR et ses deux filiales : AFNOR Certification SA et CAP AFNOR SA. Il succède à Alan Bryden, secrétaire général de l'ISO à Genève.

Société française de nutrition : prix

La SFN (Société Française de Nutrition) attribue chaque année un ou deux prix de Recherche en France (15 k€ chacun), un ou deux prix de Recherche à l'étranger (23 k€ chacun) et des prix permanents de voyage à des congrès nationaux ou internationaux.

Contact : secrétariat SFN, domaine de Vilvert 78350 Jouy-en-Josas. Tél. 01 34 65 20 04 ou laplace@diamant.jouy.inra.fr

Les informations sur ces prix et les dossiers correspondants sont aussi disponibles prochainement sur le site de la SFN : www.inra.fr/sfn

Prix IFN Bernard Beaufrère

Pour l'année 2003, l'IFN décernera un ou deux prix d'un montant de 18 000 € chacun.

Voir le texte concernant la disparition de Bernard Beaufrère dans *INRA mensuel* n°114, octobre 2002, rubrique "Travailler à l'INRA".

Contact : Institut Français pour la Nutrition, 71, avenue Victor Hugo 75116 Paris. Tél. 01 45 00 92 50 Fax. 01 40 67 17 76 www.ifn.asso.fr ■

Nature

L'oiseau nègre.

L'aventure des pintades dionysiaques



Photos : Jean-Marie Lamblard

Pintade *Vulturine*.



Hiéroglyphe de "l'oiseau Nèh" Karnark. Musée de plein air "Chapelle blanche" de Sésostris 1er.



Carpaccio, cycle de Sainte Ursule, "Le retour des ambassadeurs", détail de la pintade au singe costumé en bouffon. Musée de l'Accademia. Venise.



Jordanie. Mosaïque d'époque byzantine. Madaba.

Jean-Marie Lamblard, préface Ernest Pignon-Ernest, Éd. Imago, 2003, 178 p. 21€. www.editions-imago.fr

Derrière la simple pintade de nos campagnes se cache un oiseau mythique bien méconnu. Tout au long d'une étonnante enquête, Jean-Marie Lamblard nous révèle combien les liens entre l'"oiseau aux mille perles", témoin d'un ailleurs lointain, et notre culture sont complexes et immémoriaux. En infatigable voyageur épris de l'oiseau de paradis, il en retrouve la trace dans l'écriture sacrée des tombes égyptiennes, dans la légende grecque de Méléagre, dans les mosaïques byzantines - en Syrie, en Turquie, en Jordanie, au Maghreb... - ou chez les peintres du Quattrocento...

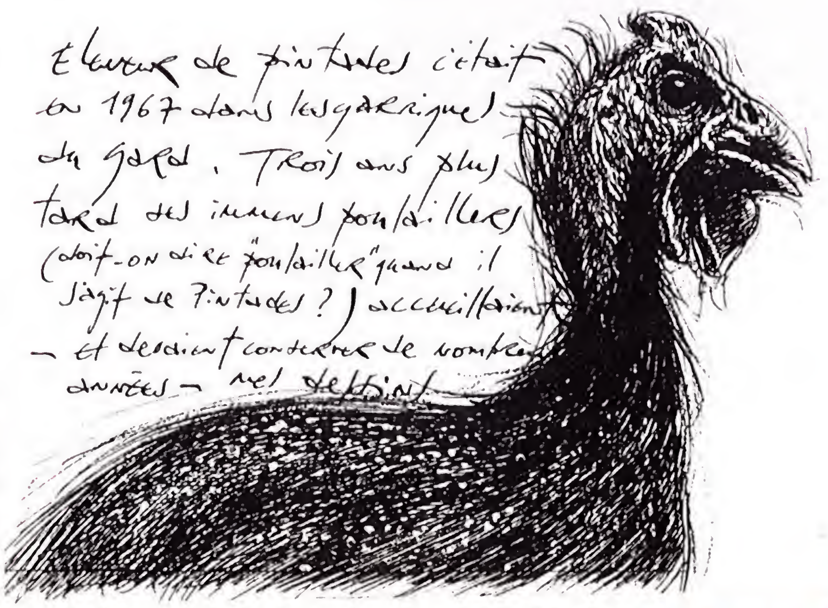
Et de la terre africaine aux mystères vaudou, des Métamorphoses d'Ovide à la Légende dorée, de Shakespeare à Gide, le banal sujet de nos basses-cours se charge de mystère. Il redevient l'oiseau nègre, jadis venu d'Afrique et souvent associé à la lutte contre l'esclavage, le messager d'une autre rive, un authentique symbole de l'éternité et de l'invisible.

C'est une sorte de poule moyenne, au dos rond et comme bossu, qui porte la queue basse et ramassée. Son plumage est noir et parsemé de points blancs en formes de perles. Le fond du plumage est plus ou moins sombre, mais les ocellures sont toujours d'un blanc pur.

Accompagnant les activités de l'homme, elle est cependant rebelle à la domestication. Jean-Marie Lamblard, écrivain et ethnozoologue, a été lui-même éleveur de pintades ; par sélection génétique, il a créé plusieurs races : Isabelle, Rachel, Kevork... en collaboration avec l'INRA et notamment Léon-Paul Cochez [1] et son équipe du Magneraud.

Colette Magny a écrit et interprété un opéra, Kevork à partir de ce travail de recherche. ■

[1] Léon-Paul Cochez, disparu en 1988, a également été à l'origine de la poule vedette INRA ; voir "La grande histoire d'une petite poule..." *INRA mensuel* n°91, janvier 1997 par Bernard Sauveur.



Dessin : Ernest Pignon-Ernest

Résonances

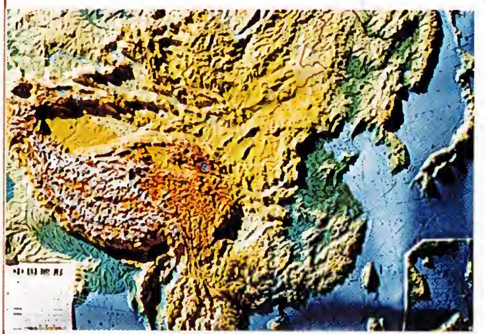
Impressions de Chine

* *Dans le cadre de deux projets sur l'amélioration génétique des peupliers : une expertise pour la FAO et une collaboration avec l'Académie Forestière de Chine sur les relations peuplier/insectes xylophages, particulièrement ravageurs dans cette partie Nord Est de la Chine. Ce dernier impliquait une autre généticienne, Patricia Faivre-Rampant et deux entomologistes, Sylvie Augustin et André Delplanque. Ces comptes rendus sont dédiés au Pr Wang Shi-Ji, un des hôtes de la mission et moteur de la recherche sur le peuplier en Chine, décédé tout récemment.*

Merci à Matteo Smerlak, stagiaire à la communication, d'avoir relu ces textes et amélioré leur choix.

Extraits

La Chine du Nord plante énormément d'arbres et notamment des peupliers, pour produire du bois mais aussi pour protéger les cultures et arrêter les vents venant de Mongolie. Ces peupliers sont sensibles à des maladies et surtout à des insectes.



Photos : Sylvie Augustin, André Delplanque et Marc Villar

De ses missions en Chine* en 1996 et 1997, Marc Villar, chercheur à l'INRA en génétique et amélioration des arbres forestiers, a rapporté deux carnets de voyage. L'objectif de ces missions était l'amélioration génétique des peupliers et les relations entre peupliers et ravageurs, notamment leur identification.

Les uns regardaient les peupliers avec des yeux de généticiens, les autres, entomologistes, identifiaient et décortiquaient le comportement des insectes ravageurs sur les peupliers locaux. Marc Villar nous offre un regard passionné sur ces régions où le peuplier est au cœur de nombreuses activités agricoles. Partageons ses impressions et son témoignage.

1996 notes

Jeudi 30 mai dans le train en direction de Tongliao (lieu du projet FAO, Mongolie Intérieure)

Matin : réveil par les rayons du soleil à travers la vitre du wagon. Nous sommes dans une zone sableuse, semi-aride qui risque d'être le site de mon travail.

Énormément de peupliers : en plantations, en brise-vent, naturels, tordus, droits, penchés... Beaucoup de saules aussi. Zone agricole intense : blé, maïs, soja, haricots, quelques vaches et moutons. Beaucoup de gens dans les champs qui binent. Transport en charrettes tirées par des ânes. Vu de nombreux villages propres avec généralement un jardin entouré de murs de chaux. Maisons de briques avec tuiles. Beaucoup de vent.



Vendredi 31 gare de Naiman, la plus proche de la ferme forestière, après 17 heures de train depuis Beijing

Ça y est, j'y suis ! au bout du monde. J'étais loin d'imaginer tout cela.



Je ne trouve pas les mots pour décrire ce que je vois tant cela est différent. J'ai fait des milliers de photos dans ma tête, un peu gêné que je suis de faire des photos. Dois-je en faire ? Dois-je photographier leur vie ? Sont-ils fiers ? Le principal est là : ce pays me plaît. Les taxis sont là, je précise ce sont des charrettes - certaines bâchées, tirées par des ânes. Vision extraordinaire de ces chauffeurs cherchant le client.



J'aurais aimé faire des photos tellement c'est différent. Il fait beau, pas trop chaud. Je découvre une autre vie en pensant que mon travail va peut-être changer la vie de paysans forestiers ici. Utopie peut-être ? Cela doit passer par l'amélioration et la sélection de nouvelles variétés de peupliers. Pierre Sigaud (responsable FAO du projet) a bien avancé dans ce domaine : il a pu sauvegarder les derniers peupliers sauvages du coin (*Populus simonii*) avant qu'ils ne soient coupés. Il a en collection 450 clones dans sa pépinière, plus 50 autres à venir. Cela lui a pris 5 ans de son travail pour y parvenir, mais ce sont les seuls individus adaptés à ce genre de conditions très dures ici : froid et sec l'hiver/venteux au printemps/très chaud et pluies l'été. Heureusement la nappe phréatique n'est pas loin. L'évapotranspiration est cependant très forte... Le peuplier est partout, de plantation et de multiplication par bouturages faciles. Il sert à tout : charpente, chauffage, planchettes, feuilles comme complément de nourriture pour les bêtes...

Chose extraordinaire autour des bâtiments de la ferme forestière : il y a des oiseaux ici, et notamment beaucoup d'hirondelles ! Les oiseaux sont systématiquement exterminés des cultures car ils mangent les graines paraît-il... Influence de Mao.

Premier après-midi sur le terrain : visite de parcelles de conservation et dispositifs de tests de clones de peupliers. Seul souci : adaptation au froid et à la sécheresse, puis croissance et forme. Deux espèces semblent bien adaptées : *Populus simonii* (local) et *P. nigra*. Les hybrides poussent très vite mais ils ne sont pas très droits et plein de branches dans tous les sens. Ils sont cependant résistants au froid et à la sécheresse. De toutes façons les arbres sont élagués, cela fait de la main-d'œuvre et les feuilles sont données aux bêtes comme nourriture. Pierre Sigaud a également importé une espèce de peuplier nord-américaine *Populus deltoides*. Le projet a déjà payé 10 000$ pour la récolte de 150 boutures au Canada qui auront sûrement des difficultés à pousser. Bref... à voir, c'est mon job.





Quelques alignements de peupliers et quelques charrettes de plus. Je ne m'en lasse pas.



Dimanche 2 juin
quelque part en Mongolie Intérieure

Vous ai-je dit : j'ai pris une heure pour faire des photos. Petite usine-scierie de peupliers évidemment, puis photos de quelques maisons typiques. Les maisons sont en dur : maisons de briques et tuiles sur le toit. La ferme forestière est riche.



Lundi 3
toujours la Mongolie

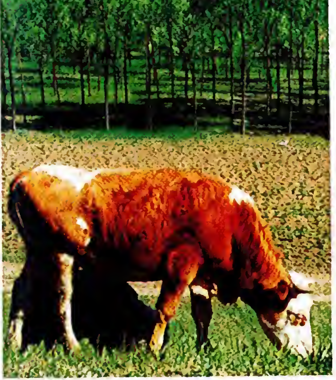
Réveil à 6h. J'ai sauté du lit pour aller au sommet d'une tour (tour de guet anti-feu, 15m de haut) pour capter le site.
Soleil levant. Vent soutenu.
Le site est grandiose.
Quelques maisons au milieu d'un champ vert... des peupliers à perte de vue. Ce site sableux (Korqin Sandy Area) représente environ 300 000 hectares ! un peu plus de la moitié de la France...

8h30 : visite de l'usine (scierie) de la ferme forestière. L'usine est arrêtée car le chef est malade. Les troncs et les branches sont sciés pour faire principalement de la caisserie. Les planchettes sont envoyées par camion et train à la grosse ville voisine. Le bois est acheté sur pied entre 100 et 200 yuans/m³.
Scié, il est revendu entre 400 et 500 yuans/m³. La scierie emploie une dizaine de personnes et utilise environ 100 m³ en 2 semaines (selon l'ouvrier qui nous a fait visiter).
1/3 du bois de la ferme forestière est utilisé dans cette usine. Les 2/3 autres sont soit utilisés localement, soit vendus à d'autres négociants. L'ouvrier était très fier de faire visiter son usine. Pas de problème majeur de sécurité, semble-t-il, malgré le peu de protection des machines. Matinée de travail et de discussion. Beaucoup d'hirondelles superbes autour du centre, certaines endémiques apparemment ici.





Mardi 4
province de Jilin



Quitté la Mongolie intérieure et on est entré plus au Nord dans la province de Jilin. Vastes plaines avec peupliers comme brise-vent qui entourent des cultures très vastes. Absolument plat. De l'élevage aussi. C'est du sable et c'est semi-aride mais l'eau est là avec les systèmes d'irrigation comme en rizière. On recouvre toute la plantation et on laisse évaporer. Ce qui malheureusement augmente la salinité de ces sols. Cette plaine est assez riche, on voit beaucoup de sacs de grains entreposés dans les gares et les trains de marchandises sont très nombreux. Ce côté de la Chine est l'un des boulevards pour l'importation des produits de Russie.
15h50 : plat, plat et replat, pas une colline à l'horizon. Par contre, beaucoup de troupeaux, ce qui entraîne un surpâturage : pâtures vertes avec de nombreuses taches de sable. Ce sont ces bêtes qui ont désertifié ces plaines. Que des peupliers à l'horizon. Plus aucune autre espèce végétale naturelle : tout est artificiel.
17h05 : autre locomotive à vapeur tirant un énorme chargement de troncs de conifères. Ce n'est pas le premier que je vois (bouleaux, et aussi bois de petits diamètres). On suit toujours la même route qui semble être en construction - beaucoup de travailleurs qui s'affairent. Vu plusieurs fois des séchoirs ou des silos à grains avec des chapeaux chinois (parois en bois et chapeau en paille).



Vendredi 7
Tongyu

Je commence à comprendre pourquoi ils refont la route. Les trous se succèdent. On croise et double vélos, tracteurs, camions. Vu notamment un vélo transportant à l'arrière une dizaine d'oies vivantes attachées par les pattes sur le porte-bagages... Vu 4 grands camions bleus pleins de ruches. Il reste une petite place au fond de la benne pour des ouvriers et des vélos. Sont-elles pleines ces ruches ? On comprend très vite et on ferme immédiatement les fenêtres, il y en a de partout ! Je précise que nous avons croisé ces camions assez imposants sur les chemins complètement défoncés qui devaient correspondre à une déviation !



14h45 : on part enfin pour aller voir des tests sur le terrain et par une tempête de vent et de petite pluie, on parcourt le terrain à la recherche du meilleur clone de peuplier. Une observation plus attentive met en évidence que tous les arbres ont eu des attaques d'insectes. J'insiste sur le programme d'amélioration.
21h45 : arrivée enfin à Baicheng, nuit noire sur le quai, la loco (à vapeur) crache son souffle, fumée de partout. Les quelques très rares lumières éclairent sa vapeur. Superbe.



Samedi 8
dans le train pour Pékin

Je viens de m'avaler tous les rapports des entomologistes et pathologistes qui ont travaillé dans la région.
Rien d'alarmant mais les attaques d'insectes sont en progression maintenant. Peut-on faire un programme d'amélioration pour la résistance aux insectes ?

1997 notes

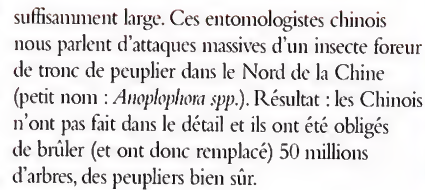
Un an plus tard : mercredi 17 juin, région de Jiaozuo

Observations de premiers dégâts d'insectes phytophages sur les peupliers (adultes ou larves se nourrissant de feuilles).



Pour lutter contre cet insecte, les Chinois de la Province ont traité par application sous l'écorce d'un produit chimique systémique 300.000 arbres en passant 2 fois par an pendant 2 ans ! Très efficace mais vous imaginez la main-d'œuvre nécessaire ! Les insectes sont morts et ne semblent pas revenir. Nous sommes dans de très vastes plaines agricoles, dont chaque parcelle est entourée de 2 à 4 rangées de peupliers. Les cultures sont très variées : blé (récolte terminée), maïs maintenant, mais aussi d'autres légumes, haricots, concombres, courgettes, poivrons... (pas vu de tomates). Nous sommes dans la pleine période de tri de grains de blé. Nous roulons sur des routes étroites, toujours entre deux rangées de peupliers. Les villages sont toujours très vivants. L'animation est assurée par les marchés, les enfants qui jouent ou qui rentrent de l'école ou les paysans qui travaillent devant chez eux. À proximité des villages, les routes sont les lieux de stockage de la paille et de séchage du grain. D'énormes meules de paille sont posées en bordure de route, ce qui laisse parfois peu de place pour notre voiture ! Cette paille sera vendue pour faire de la pâte à papier. Très chaud et beaucoup de poussière. Des femmes trient le grain de la balle en envoyant en l'air l'ensemble. La balle part avec le vent et le grain tombe à terre. Ensuite les grains sont rassemblés puis séchés à même le goudron des routes (seule partie du territoire libre !). Nous roulons très souvent sur des lits de grains. Vu au cours de notre trajet en voiture des paysans avec pulvérisateur à dos et également beaucoup de brûlis.







Les gens sont habillés simplement, assez "noir et blanc" pour les adultes mais toujours de façon très colorée pour les enfants.

André Delplanque découpe un jeune peuplier (*Populus tomentosa*, peuplier blanc chinois), car il "sent" la présence d'un insecte dans le tronc. Le tronc est complètement miné par des galeries nombreuses et longues. Il espère trouver la chrysalide. Il attaque avec son Opinel puis son couteau suisse. Heureusement un paysan arrive avec sa machette rustique et est ravi de nous rendre service. Il est mal rasé, partiellement édenté, couvert d'un chapeau de paille usé, vêtu d'une chemise gris sale et portant une pipe à la main. Mais grand sourire toujours présent. La nymphe annoncée (à cause des gros copeaux identiques à ceux d'*Anaerea carcharias*) apparaît.



Vendredi 20
Pékin

Nous partons pour l'université forestière de Pékin. Cette université est un peu concurrente de l'Académie Forestière. L'Académie est une énorme institution, qui est implantée sur tout le territoire Chinois, qui emploie 4500 personnes



et qui travaille sur des espèces forestières très diverses comme des résineux (pins) et des feuillus (peuplier au Nord et au Centre de la Chine, bambous, eucalyptus et Pawlonia plus au Sud). L'université a, en plus de la recherche, la charge de l'enseignement forestier alors que l'Académie ne fait en principe que de la recherche.



Vu un sélectionneur/généticien de *Populus tomentosa*. Enfin un vrai programme avec une base génétique suffisamment large. Ces entomologistes chinois nous parlent d'attaques massives d'un insecte foreur de tronc de peuplier dans le Nord de la Chine (petit nom : *Anoplophora spp.*). Résultat : les Chinois n'ont pas fait dans le détail et ils ont été obligés de brûler (et ont donc remplacé) 50 millions d'arbres, des peupliers bien sûr.



Samedi 21
Pékin

Vu encore plein de ruches au bord de la route. Les apiculteurs dorment dans une guitoune de fortune à côté et extraient leur miel. Les pots qui sont vendus sont folkloriques, le miel est conditionné dans des pots de toutes formes et de toutes tailles - même dans des bouteilles de Coca-Cola. Ai vu un apiculteur faisant sa sieste couché sur ses ruches ! Travail à mains nues sans voile bien souvent.



Lundi 23
sur la route de Harbin



Beaucoup de cultures : maïs, tournesol, riz mais aussi de l'élevage : vaches, moutons, chèvres - tout nouveau pour nous. Peupliers partout. Je reconnais la silhouette caractéristique des *Populus Simonigra*, plus plantés pour arrêter le vent et les dunes que pour produire du bois. 180 km d'autoroute c'est long et au bout de nulle part, surgit Daqing City, cité qui explose littéralement, grâce à son gisement de pétrole, découvert dans les années 50 (40% du pétrole de la Chine est produit ici). Une ville nouvelle dut être construite. Des immeubles surréalistes se présentent à nos yeux. On se demande si c'est du décor de Hollywood ou si c'est vrai.



Sous la chaleur et après de nombreuses heures fatigantes cahotiques en minibus, je me détache un peu de mes peupliers, je l'avoue. Photo d'un champ de soja avec peupliers pour horizon. Immensité à perte de vue. Je médite sous le doux vent sucré (sic). Seuls les pylônes électriques sectionnent cette immensité. Plat. Platitude. Plataneïcité. Platance. Planitude. Tout est plat et calme. Quelques pies (seuls animaux présents) batifolent et nous démontrent que ces peupliers ne sont pas qu'artificiels.





Mardi 24
de Daqing City à Hongqii

7h00 : Départ pour la ferme forestière de Hongqii.
Nous avons traversé des champs et des champs de puits de pétrole... Immensité comme d'habitude. Nous traversons quelques villes industrielles (la campagne et les petits villages du Henan commencent à nous manquer). Industrie pétrolière partout (réservoir de stockage, pipelines, raffinerie...).
Nous voyons "ces girafes" baisser et relever leur tête régulièrement. Le problème est que des villes ont été construites -trop vite- autour de ces puits et il n'est pas rare de voir un puit fonctionner en plein centre ville ! Arrêt à la ferme forestière de 10 000 hectares qui comprend 95% de peuplier et 5% de pin sylvestre. Tout est nouveau ici dans cette ferme et dans la région. Avant les peupliers il n'y avait rien, de la steppe peut-être, un peu d'herbe et surtout des sols érodés. Sylviculture et élagage performants. Un vieil orme au milieu de ces champs artificiels montre qu'il y avait quelque chose de la Nature aussi ici avant... Je cherche à savoir si ces peupliers sont génétiquement identiques ou non. C'est-à-dire si ces arbres sont une ou plusieurs variétés. Impossible de savoir. Curieux non ! quelqu'un a dû les acheter ces arbres, nom d'une pipe !



Nous nous sommes ensuite déplacés vers un brise-vent de peupliers avec de nombreuses attaques d'un insecte foreur de tronc, *Cryptorynchus lapathi*. Et oui, nous sommes là pour lui et en fait, nous voyons surtout des larves joufflues et les galeries importantes qu'elles ont créées.
Les arbres adultes sont observés à la loupe un à un. Une grosse larve superbe avec une tête de nounours attire notre attention. Discussions scientifiques, calmes et reposantes. Assis ou accroupis dans l'herbe, les quatre entomologistes argumentent : Li Chengde, le vieux professeur chinois, Chi Detu, un chercheur entomologiste qui nous a suivis partout et qui parle anglais, André et Sylvie. Les améliorateurs, non entomolgistes et trop jeunes aux yeux des Chinois sont à l'écart. Ils attendent un cheval-vapeur, toujours bercés par ce vent doux qui les repose. Tiens ! un paysan passe sur le chemin, assis sur sa charrette, tirée par son cheval.
De toutes façons, les Chinois n'ont d'yeux que pour André qui de fait de sa barbe blanche respectable se faisait passer pour Professeur André !



Voir aussi dans "Actualité scientifique", un texte sur un capricorne, insecte qui attaque les bois tendres, notamment le peuplier, étudié en Chine et apparu récemment en France.

Le vent jaune souffle chaque année en Chine du Nord depuis le désert de Gobi jusqu'à Pékin, asphyxiant la ville sous le sable et la poussière. Dénoncé depuis les années 50, le risque de désertification de la région a poussé les autorités chinoises à ordonner la plantation d'une véritable "muraille verte", rempart d'arbres destiné à briser les épais rouleaux qui s'engouffrent dans les rues de la capitale. Depuis le début des travaux en 1981, 1,5 million d'hommes ont été mobilisés, et cent millions d'arbres plantés, si bien qu'en 1993, on ne relevait plus que 70 jours de tempêtes par an contre 128 douze ans plus tôt. La quantité de poussières tombées sur Pékin est passée de 31 à 18 tonnes/km².

Patrimoine

La vigne : conserver les différentes variétés
Des conservatoires génétiques pour la sauvegarde des cépages

De nombreux cépages français et étrangers, régionaux voire locaux, existent. La plupart de ces cépages ne sont plus cultivés en vignoble et constituent de ce fait une ressource génétique unique, indispensable pour l'amélioration et la création de la vigne ainsi que pour la diversité de la production.

Aujourd'hui, 3 000 cépages (ou variétés de *Vitis Vinifera*) sont conservés en France à l'INRA à Montpellier, Bordeaux, Colmar et Angers. Plus des deux-tiers sont des raisins de cuve, le reste étant des raisins de table. À ces chiffres s'ajoutent près d'un millier de créations récentes issues de croisements intra et interspécifiques. Les cépages sont observés et caractérisés par les équipes de recherche de l'INRA suivant la morphologie (ampélographie), le débourrement, la floraison, la véraison, la maturité (phénologie) et leurs aptitudes culturales et technologiques. Parmi les *Vitis*, l'espèce *Vinifera*, représentée par plusieurs centaines de cépages, est extrêmement polymorphe. Elle n'existe pratiquement plus à l'état sauvage, victime de différentes agressions telles que les ravageurs (phylloxéra), l'activité humaine (déboisement, remembrement et urbanisation...). Par ailleurs, le développement des techniques de multiplication comme le greffage ou la sélection clonale ont également contribué à la diminution de la diversité des cépages, voire à une perte de connaissance de certains due à l'arrachage de vieux vignobles.

Ces conservatoires de ressources génétiques garantissent au monde viticole un patrimoine unique. Ils servent également de point de départ à la création de nouvelles variétés de raisins de cuve et de table ainsi que de porte-greffe adaptés aux différents vignobles : terroir, résistance à la chlorose ferrique, au phylloxéra, à certaines maladies... Ces créations sont soumises à l'expérimentation viticole en partenariat avec la filière viti-vinicole avant le dépôt d'inscription au catalogue officiel.

La collection ampélographique de l'INRA Bordeaux-Aquitaine

Les hommes ont toujours manifesté de l'intérêt pour la vigne. De nos jours, on voit se développer une véritable *vino-mania*, non seulement sur le plan des techniques culturales et œnologiques mais aussi en termes économiques et touristiques. La viticulture se développe dans de nouveaux pays sous de nouvelles latitudes. En France, la culture de la vigne et la production de vin ne sont plus seulement un élément majeur du secteur agricole et une richesse économique mais aussi un atout touristique.

La vigne est caractérisée par une variabilité génétique particulièrement étendue, que ce soit chez les espèces apparentées ou à l'intérieur de chaque espèce. L'espèce *Vitis vinifera* est l'une des plus riches car elle comprend près de 10 000 variétés répertoriées.

En France, cette diversité génétique est conservée par l'INRA au sein d'un réseau de collections ampélographiques dans les centres de Colmar, Angers, Montpellier et Bordeaux. Outre leur aspect conservatoire, ces collections sont de véritables outils de recherche.

À Bordeaux, après la seconde guerre mondiale, une station de la protection des végétaux est devenue en 1946, le Centre de recherches agronomiques du Sud-Ouest. Une station de recherches en viticulture y a vu le jour et a regroupé certains des plus grands généticiens de la vigne et ampélographes français, Louis Levadoux, Pierre Marcel Durquety et Jean Bisson. Ils ont initié puis patiemment enrichi la collection ampélographique avec des cépages de multiples origines.

À l'époque, la viticulture française connaissait beaucoup de difficultés. Les vignobles du midi méditerranéen, du grand Sud-Ouest et d'autres régions étaient en crise. Les maladies cryptogamiques étaient difficilement gérables et les "hybrides producteurs directs [1]" aux vins médiocres, étaient en trop grand nombre. Les programmes de recherches d'alors tentaient de résoudre ces différents problèmes. P.M. Durquety introduisit en collection de nombreux cépages anciens ou oubliés et entreprit des hybrida-

[1] Hybrides producteurs directs : ce sont des croisements interspécifiques (*V. vinifera x Vitis* américains) résistant aux maladies, pouvant être éventuellement plantés francs de pied en "direct". Ils ont été créés après l'apparition des différentes maladies d'origine américaine et constituaient la plus grosse partie du vignoble au début du siècle. Ils donnaient des vins médiocres et sont de nos jours en voie de disparition, sauf pour des "piquettes" locales.

tions intraspécifiques, pour améliorer certaines variétés du grand Sud-Ouest et sauver le vignoble pyrénéen. Plus tard, Max Rives partit à l'aventure, sac au dos, prospecter aux États-Unis. Il en ramena de nombreux *Vitis* sauvages connus et inconnus. Puis il introduisit du Pays Basque français et espagnol, des Lambrusques qui sont des formes sauvages de *Vitis vinifera*. Depuis, au fil des ans et des programmes, de nombreux génotypes ont été ajoutés. Toutes ces introductions (950 accessions actuellement) restent un bien précieux pour la recherche et constituent souvent les derniers représentants de ces génotypes.
L'ampélographie rassemble des études physiologiques, phénologiques et morphologiques des cépages et des variétés de vigne, permettant de les identifier et de connaître leurs caractères particuliers, leurs aptitudes majeures, mais aussi leur origine génétique, géographique et leur utilité. Une masse considérable de tests, de descriptions, d'observations a été faite afin de mieux connaître les caractéristiques de ces génotypes. De nombreux travaux de bouturage, de greffage, de vinifications ont été pratiqués afin de déterminer les aptitudes agronomiques de ce matériel végétal. Aujourd'hui la description de la majorité des variétés en collection est presque achevée. L'identification des cépages n'est pas chose facile, ce travail est réservé à un petit nombre de spécialistes. Les connaissances accumulées en matière d'ampélographie plus théorique, sont en cours de rassemblement dans une importante base de données, élaborée par les unités de recherche sur la génétique de la vigne, faisant partie du département de Génétique et Amélioration des Plantes (GAP) de l'INRA, afin d'être valorisées et mises à disposition d'un plus grand nombre de chercheurs.

Les cépages étrangers de cuve et de table

Il y a là une foule de cépages de cuve, dont l'introduction a été liée à des programmes d'amélioration variétale, provenant de plusieurs pays d'Europe.
On trouve aussi des cépages de pays hors Europe, mais pour une moindre part.
Les cépages de table ont eu un intérêt particulier pour la création de variétés apyrènes (sans pépins).
Leur origine est principalement orientale et méditerranéenne : à grosses baies, souvent ovoïdes, comme Schiradzouli ou Sabalskanskoi, ou à baies assez petites, comme la Sultanine blanche originaire d'Afghanistan (Kichmich), variété sans pépins la plus cultivée dans le monde pour le raisin sec, bien connue sous le nom de "Thomson seedless".

Listan ou Palomino : Cépage d'origine espagnole.

Les cépages hybrides

Au cours de la 2e moitié du XIXe siècle, les crises successives dues à l'Oïdium, au Mildiou puis au Phylloxéra, ont conduit à l'introduction en France et en Europe, de matériel végétal résistant (variétés hybrides de différentes espèces américaines) venant des États-Unis. Ils sont actuellement interdits pour la culture car ils produisent des vins au goût foxé (framboisé) et de qualité médiocre.

D'autre part, à la fin du XIXème siècle et au début du XXème siècle, un grand nombre d'"hybrides producteurs directs [1]" ont été créés en France. Une partie de ces variétés sont dans la collection, car elles font partie du patrimoine viticole. À l'exception du Baco blanc (22 A) encore cultivé en Armagnac, les autres ne sont plus autorisés, les vins produits étant de mauvaise qualité.



Noah Semis de *Vitis Labrusca* : Implanté depuis longtemps en France, actuellement interdit.

Les variétés porte-greffe

Pendant la deuxième moitié du XIXème siècle, le Phylloxéra a failli faire disparaître le vignoble français et européen. Depuis, les cépages *Vitis vinifera* sont systématiquement greffés sur des porte-greffe, variétés américaines (Riparia Gloire de Montpellier) ou hybrides de variétés américaines (110 R). L'INRA Bordeaux-Aquitaine a été le lieu de création et de sélection des deux derniers porte-greffe français inscrits au catalogue (Fercal en 1978, Gravesac en 1985). La collection comprend les 30 porte-greffe autorisés à la culture en France ainsi que d'autres, peu connus ou disparus et des obtentions récentes sélectionnées à l'étranger comme le "Börner" (Allemagne).

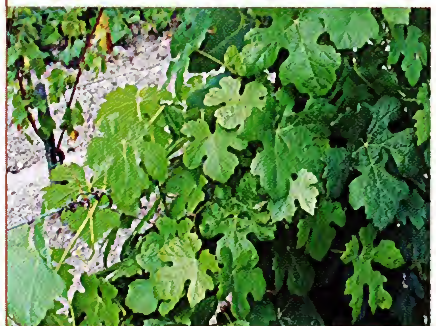
▲ **Fercal :** obtenu à Bordeaux en 1975.

Rupestris du Lot ►

Cépages de cuve français cultivés

La collection de Bordeaux comprend environ 400 cépages de cuve. On y trouve évidemment ceux du vignoble de Bordeaux, mais aussi de Bourgogne, d'Alsace, des Côtes-du-Rhône, de Savoie, du Jura…
Toute la zone méditerranéenne est représentée ; les vignobles de Muscadet et des régions de Loire ne sont pas oubliés au même titre que les régions pyrénéennes et landaises, l'Aveyron et le Tarn…
Il serait long de citer la gamme complète des appellations et de leurs cépages.

• Cépages français en voie de régression ou de disparition



Dans cette catégorie, on retrouve d'anciennes variétés régionales, ou devenues très secondaires dans l'encépagement.
Actuellement, certains syndicats viticoles mènent une politique de revalorisation de ces anciennes variétés. Nous leur venons en aide, car ces actions contribuent à la sauvegarde de la variabilité génétique, progressivement mise en danger par l'installation massive de cépages dits améliorateurs, comme le Cabernet Sauvignon, le Merlot et le Chardonnay.
Au sein des cépages français, il existe une abondante synonymie qu'il faut connaître. Par exemple, le Cabernet Franc à Bordeaux, s'appelle Bouchet dans la région de Libourne, Grosse Vidure en Médoc, Bouchy en Béarn, Breton en Val de Loire, Acheria en Pays Basque, Capbreton rouge dans les Landes…

Lauzet : Vieux cépage béarnais.

Patrimoine

Les curiosités



Gamay à fleurs doubles : à fleurs stériles.

Dans notre collection se trouvent également des mutants divers ou des curiosités botaniques. Citons le Béquignol mutant, qui possède des grappes noires et blanches sur le même pied ou des grappes bicolores, la variété Sbatina, dont les baies sont bariolées, ou le Gamay à fleurs doubles, dont le pistil des fleurs se transforme successivement en d'autres fleurs ce qui donne une sorte d'éponge végétale… Ce matériel est précieux pour l'étude de l'expression du génome et nous le tenons à la disposition des chercheurs.

Sauvignon Chimère : mutation foliaire.

Les *Vitis* sauvages et les Lambrusques

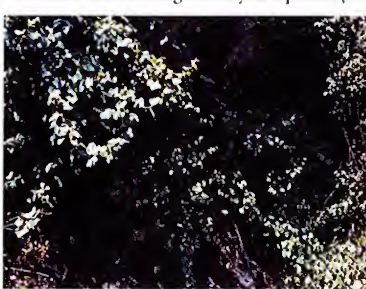


Vitis candicans : origine Texas.

Vitis Davidii : origine Chine.

Extrêmement intéressants pour nos recherches actuelles, les *Vitis* récoltés dans des secteurs sauvages du Texas par Max Rives sont au nombre de 80. Ils nous permettent d'effectuer différents croisements et constituent une richesse inestimable. On trouve des espèces asiatiques venues de différents jardins botaniques, qui présentent aussi un grand intérêt scientifique. De plus certaines peuvent être utilisées comme variétés ornementales (*Vitis coignetiae*).

Les Lambrusques sont des formes spontanées de l'espèce *Vitis vinifera*, en Europe. Ce sont des individus dioïques, trouvés de nos jours dans des situations refuges au Pays Basque français et espagnol, dans les monts Cantabriques et les montagnes des Balkans par exemple. En 1999, le Bureau national des Ressources génétiques a sollicité l'INRA de Montpellier pour faire un inventaire de ces Lambrusques sur le territoire français. Nous y collaborons en participant aux prospections et à la cartographie des sites dans le Sud-Ouest (Pays Basque, Ariège, Massif central) et en mettant à disposition le matériel présent en collection à Bordeaux, originaire de ces mêmes régions et servant de référence pour l'identification des individus trouvés sur le terrain.



Lambrusque (*Vitis sylvestris*) : de la forêt de Grésigne (Tarn).

Les obtentions

De nombreuses variétés créées à Bordeaux (Egiodola, Arriloba, Durquety, 1975) sont bien sûr conservées dans la collection, les porte-greffe Fercal et Gravesac (Pouget, 1978, 1985) les variétés de table apyrènes Sulima, Exalta ou les variétés d'agrément comme Perdin ou Amandin (Doazan, Bordenave, Ottenwaelter, 1980).
Certaines n'ont pas été inscrites au catalogue mais peuvent présenter un intérêt. Parmi celles-ci, on peut citer les nombreuses obtentions tolérantes au Mildiou qui actuellement, commencent à intéresser de nombreux viticulteurs français et des pays voisins (Espagne, Suisse). Nous conservons également des obtentions étrangères.



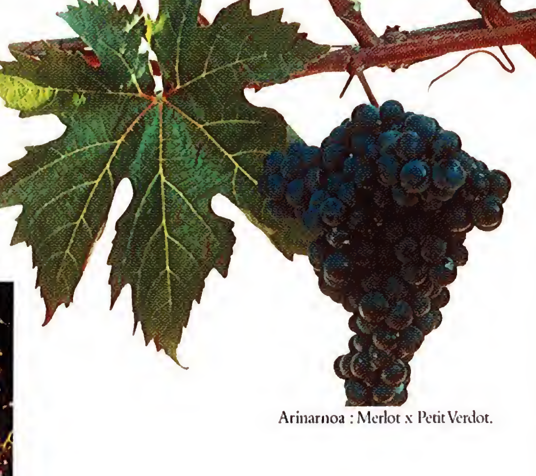
Perdea : Raffiat de Moncade x Chardonnay.



Exalta : Muscat de Hambourg x Perlette.



Candin : Muscat de Hambourg x 7489.



Arinarnoa : Merlot x Petit Verdot.

Conservatoires de clones [2] et de matériel initial (hors collections)

L'équipe de génétique de la vigne à Bordeaux a eu dans le passé une intense activité de sélection clonale. À la suite de ces travaux, cinq conservatoires de clones (série d'individus identiques obtenus par multiplication végétative) ont été installés sur les domaines expérimentaux. Chaque conservatoire recèle environ 150 clones. Ils sont actuellement exploités pour la sélection de nouveaux clones de Cabernet Sauvignon, Cabernet franc et Sauvignon blanc.
De plus l'INRA étant avec l'ENTAV, un des deux établissements de prémultiplication et de sélection en France, il doit conserver le "matériel initial" des variétés inscrites au catalogue. Pour cela, les souches mères de différents cépages et porte-greffe sont implantées sur des parcelles isolées et contrôlées. Ce matériel alimente la filière nationale de production de plants de vigne. Notre rôle est d'effectuer sur ces souches initiales des contrôles sanitaires et des observations pour garantir l'identité et la pureté variétale.

Recherche liées à cette collection

Ces recherches se font :

- À l'INRA de Bordeaux-Aquitaine

Parmi les thématiques développées concernant les porte-greffe de la vigne, figure la résistance au virus du court-noué et à son nématode vecteur et l'adap-

[2] Série d'individus identiques obtenus par multiplication végétative.

tation aux facteurs abiotiques. L'équipe vigne s'intéresse plus particulièrement à la chlorose ferrique. Un inventaire du comportement des individus de la collection vis-à-vis des sols chlorosants est réalisée, afin de repérer les plus aptes à donner des descendances, permettant cette étude. La connaissance du matériel végétal *in situ* reste donc indispensable.

Les outils de la biologie moléculaire sont utilisés, pour identifier les gènes dont l'expression est liée au comportement recherché.

Les parcelles de la Collection sont aussi des terrains d'observation pour les chercheurs travaillant sur la vigne dans d'autres unités du centre et ponctuellement intéressés par la variabilité génétique. On peut citer l'UMR de Santé végétale, qui étudie la sensibilité d'une gamme variétale à certaines maladies cryptogamiques (Esca, Eutypiose) ou ravageurs (Eudemis) [3]. La station d'Agronomie a récemment utilisé certains cépages pour l'étude de la discrimination du Carbone 13, comme marqueur d'adaptation au stress hydrique.

- À l'université Victor Segalen Bordeaux II

La faculté d'œnologie utilise également cette collection de cépages, pour des études sur la physiologie du développement de la baie de raisin, sur les arômes et précurseurs d'arômes, la recherche de substances contenues dans la pulpe…

- À l'enseignement viticole régional

La collection sert de "salle" de travaux pratiques pour les étudiants de l'ENITA et des lycées agricoles de la région. Nous contribuons à la formation de ceux-ci en assurant sur site des cours d'ampélographie générale.

- Aux jardins botaniques et collections

Divers lycées agricoles nous ont demandé de leur constituer ou de leur fournir des variétés pour des collections pédagogiques.

Nous avons également participé au projet et à la réalisation d'une importante collection d'espèces et de cépages pour le Jardin botanique de Bordeaux-Lac (Bois de Bordeaux), à la demande de la mairie et du professeur Aymé de la chaire de Botanique à l'université de Bordeaux I. Nous avons fait le greffage, implanté les variétés et apporté les renseignements pour chacune d'entre elles.

Conservation du patrimoine

Depuis quelques années nous sommes fréquemment sollicités par les Chambres d'Agriculture des régions Aquitaine et Midi-Pyrénées pour identifier des cépages lors de prospections d'anciennes parcelles de différents vignobles, afin de les inventorier et de les sauvegarder en conservatoires.

Les anciens cépages sont précieux, car si leur rôle premier, de production de raisins et de vin, a été marginalisé par la politique de qualité, on peut trouver dans leurs gènes, des caractères de rusticité ou de tolérance à certaines maladies ou ravageurs. Nous contribuons ainsi à la conservation du patrimoine national.

Tout ceci nous montre l'importance de ces collections, qui depuis de nombreuses années, existaient dans les instituts de recherches, ignorées du reste du monde, mais jouant quand même un rôle discret dans l'amélioration végétale. La prise de conscience de l'importance qu'il y a à préserver la biodiversité sur la planète, a donné un nouveau souffle aux disciplines concernées par l'analyse, la gestion et la valorisation des ressources génétiques en général et ampélographiques en particulier. Ce patrimoine génétique, culturel et historique, d'une richesse inestimable, doit être préservé car il sera sans doute la source des cépages et porte-greffe de demain .

Louis Bordenave,
Recherche sur les Espèces fruitières et la vigne
Avec le concours de l'Unité expérimentale viticole, Bordeaux

[3] Voir *INRA mensuel* n°113, rubrique Le Point "Les maladies du bois en viticulture".

Exemples de cépages présents dans la collection ampélographique du centre INRA Bordeaux-Aquitaine

Catégories	Bordelais Val de Loire	Sud-Ouest Centre sud	Sud-Est Rhône Alpes	Nord-Est Centre
Cépages de cuve français cultivés	Cabernets, Merlot, Cot, Petit Verdot, Semillon, Sauvignon, Muscadelle, Chenin, Folle blanche, Melon…	Tannat, Mansengs, Cruchens, Baroque, Fer Servadou, Duras, Negrette…	Carignan, Grenache, Mourvèdre, Syrah, Muscat blanc, Cinsaut, Clairette, Marsanne, Roussanne, Mondeuse…	Pinot noir, Gamay, Chardonnay, Aligoté, Riesling, Gewurztraminer, Pinot Gris, Savagnin…
Cépages français en voie de régression ou de disparition	Jurançon noir, Mancin, Pardotte, Bouchalés, Abouriou…	Courbus, Camaralet, Lauzet, Arrouya, Pedauque...	Aramon, Jaoumet…	Péloursin, Durif, Corbeau…
Cépages étrangers de cuve et de table	•Espagne : Tempranillo, Alvarinho •Portugal : Touriga •Italie : Sangiovese, Colorino, Calabrese, Trebbiano (Ugni blanc) •Roumanie : Feteasca •Russie : Rkatziteli, Saperavi, Sabalskanskoi, Mtsvané •Hongrie : Harslevelu, Furmint •Bulgarie : Mavrud, Bolgar •Afghanistan : Sultanine blanche (Kishmish)…			
Cépages hybrides	Noah, Clinton, Isabelle, Othello, Ravat 6, Oberlin 595, Baco noir et blanc… Joannes Seyve : 23416, 26205… Seyve Villard : 18315, 12375, 12309, 18283, 23410… Seibel : 4986, 5455, 8357, 9110…			
Variétés Porte-greffe	Riparia gloire de Montpellier, Rupestris du Lot, SO4, 420 A Millardet et de Grasset, 110 Richter, 1103 Paulsen, 140 Ruggieri, 41 B, Fercal, Gravesac…			
Vitis sauvages et Lambrusques	Americains : *Vitis arizonica, aestivalis, Berlandieri ,candicans, cinerea californica, monticola, labrusca riparia, rupestris…*		Asiatiques et Européens : *Vitis amurensis, betulifolia, flexuosa, davidii, coignetiae, ampelopsis heterophylla Vitis sylvestris* (Lambrusques)	
Curiosités	Tannat mutant, Sauvignon chimère, Chasselas Cioutat, Sbatina, Gamay à fleurs doubles, Cabernet Sauvignon dégénéré…			
Obtentions Françaises et étrangères	Bordeaux : Arriloba, Perdea, Liliorila, Arinarnoa, Exalta, Sulima, Fercal, Gravesac… Montpellier : Aranel, Caladoc, Marselan, Portan, Clarin, Ribol, Danlas, Danuta… Étrangères : Helfensteiner, Heroldrebe, Drujba, Sylvania, Étoile d'Eger, Muscat de Ruse…			

Le Point

La Chine et l'INRA, un partenariat de longue date
De nouveaux développements

À l'orée du XXI[ème] siècle, la Chine a entrepris de répondre à un pari à l'échelle mondiale ; en intégrant l'Organisation mondiale du commerce (OMC), ce pays à la tradition agricole séculaire donne une très forte accélération à un processus de modernisation que son économie a commencé il y a deux décennies. Sur le plan agricole, cette modernisation, qui a déjà provoqué une migration de 120 millions de paysans vers les villes, va accentuer l'exode rural. Selon la Banque Mondiale, 140 millions de paysans, soit 40% de la population paysanne actuelle sont appelés à quitter les campagnes pour les villes.

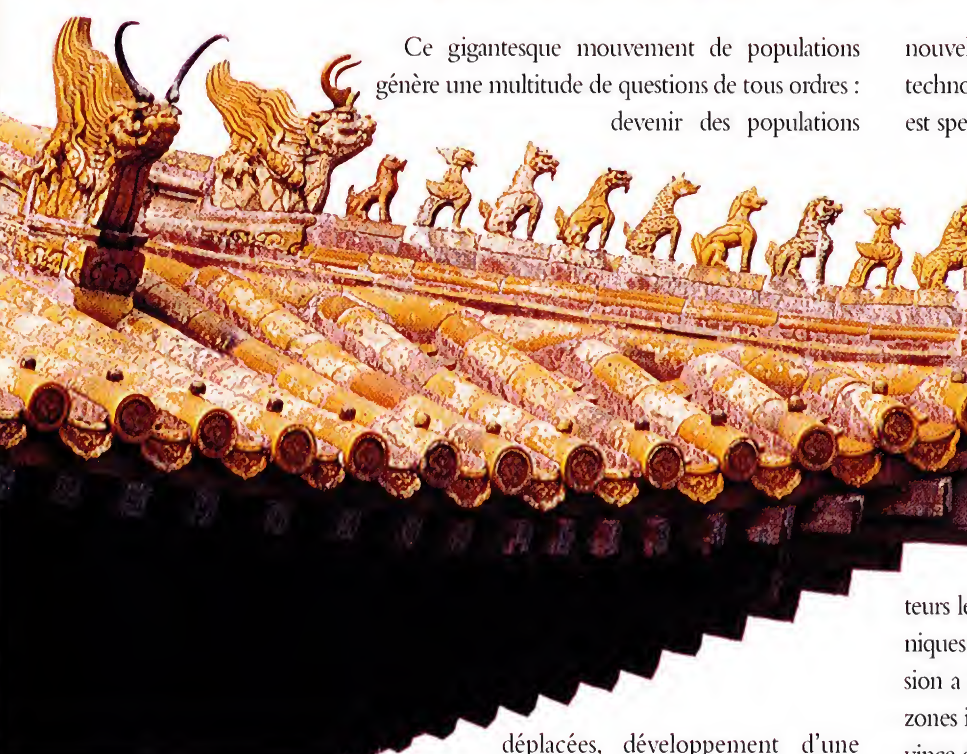


Photo : André Delplanque

Pékin, Cité interdite.

Ce gigantesque mouvement de populations génère une multitude de questions de tous ordres : devenir des populations déplacées, développement d'une agriculture moderne et concurrentielle afin de nourrir le pays le plus peuplé du monde, gestion des paysages pour faire face à la demande urbaine, tout en tenant compte des nécessités qu'impose la durabilité des modes d'exploitation… Pour répondre à ce pari à nul autre pareil, le gouvernement chinois a mis au rang de ses priorités le développement de l'éducation et de la recherche scientifique et technologique. En 2000, l'effort de recherche représentait 1% du Produit intérieur brut (PIB), soit 89 milliards de yuans [1]. Soulignons que la Recherche & Développement, dans le domaine de l'agriculture, ne représente que 0,9% du budget consacré à la recherche, contre 55% pour l'industrie. Néanmoins, l'État chinois a lancé plusieurs projets ambitieux : nouveaux engrais, nouvelles productions agricoles, nouvelles infrastructures, développement des biotechnologies. Dans ce dernier domaine, le progrès est spectaculaire : récemment le ministre des Sciences et de la Technologie pouvait annoncer que "la Chine sait déjà cloner une centaine de gènes et développer 180 espèces végétales génétiquement modifiées dont 15 sont d'ores et déjà en expérimentation". Autour de Pékin et des grandes villes (Shenzen, Canton, Shanghaï) des fermes modèles ont été mises en place afin de populariser auprès des agriculteurs les nouvelles productions et les nouvelles techniques d'exploitation. Au niveau des régions, la décision a été prise de développer méthodiquement des zones immenses par la création de technopoles (province du Shaanxi).

Pour développer de tels projets qui nécessitent un apport massif de compétences, la Chine fait appel à ses ressources propres (Universités, Instituts agronomiques, Académies des Sciences…) et envoie les futurs scientifiques en formation dans les pays qui ont développé une agriculture et une industrie agro-alimentaire moderne (États-Unis, Europe). Elle fait aussi appel à des équipes étrangères chargées de traiter des problèmes prioritaires en collaboration avec des équipes de chercheurs chinois.

Au niveau gouvernemental, la France et la Chine mettent en place une phase nouvelle de coopération ayant pour objet essentiel l'enseignement supérieur et les sciences et technologies ; parmi les quatre domaines prioritaires qui seront spécifiquement

[1] 1 yuan = 0,114 €.

Mongolie intérieure, marché au petit matin à Tongliao.



Photo : Marc Villar

soutenus, on trouve l'agriculture et la protection de l'environnement.

Une telle évolution fait exploser une demande déjà foisonnante de coopération avec l'INRA, et expose l'institut à une dispersion de ses moyens sur un spectre élargi de thématiques. Depuis plusieurs années, l'INRA a installé **une représentation permanente à Pékin** permettant de focaliser les efforts sur des thèmes prioritaires pour les deux partenaires. Afin d'optimiser cette coopération, l'INRA distingue trois grands types d'action centrés chacun sur des thématiques soigneusement identifiées.

• Le premier concerne **les recherches à caractère fondamental** qui impliquent une action concertée des meilleures équipes chinoises et de l'INRA. C'est le cas des génomiques animale, végétale et microbienne. Ainsi, une collaboration sur le clonage des animaux se met en place avec l'Académie des Sciences de Chine. Un réseau national de scientifiques chinois noue des relations avec l'INRA pour mener des études dans le domaine de la génomique fonctionnelle du blé. Ce type d'action associe des chercheurs chinois ayant séjourné, voire ayant été formés, dans les stations de l'INRA. Après définition des programmes de recherche, les équipes se concertent à l'occasion de colloques mis en place spécifiquement. Ce partenariat associe les compétences scientifiques françaises et chinoises et donne accès en réciprocité aux ressources génétiques des deux pays.

• Le deuxième type d'actions concerne **l'utilisation de compétences reconnues développées par l'INRA**, compétences que la Chine souhaite utiliser afin de pouvoir fournir à ses habitants des produits de qualité répondant à une demande nouvelle des consommateurs. Il s'agit essentiellement de filières de l'agro-alimentaire : filière porcine, filière blé, filière laitière. Dans le cas de la filière porcine, l'intégration réciproque de caractéristiques des porcs européens et chinois permet l'obtention d'animaux à fécondité élevée et à conformation de carcasse améliorée. Des études entreprises en génomique fonctionnelle du blé, on attend le même type de résultats avec possibilité d'associer les caractéristiques des blés chinois et européens en vue de l'obtention de variétés adaptées aux demandes des producteurs et des consommateurs. Dans le cas de la filière laitière, la maîtrise reconnue de l'INRA en matière de sélection animale, alimentation, transformation des produits (microfiltration, ultrafiltration, fermentations…) est un atout majeur mis à la disposition des équipementiers français désireux d'intervenir en Chine.

• Le troisième type d'action concerne, à la demande des chinois, **des thèmes de très grande ampleur nécessitant la mise en commun de compétences de scientifiques du monde entier**. Dans ce troisième type d'action, l'INRA est engagé en particulier sur des problèmes d'environnement dont nous ne donnerons ici que trois exemples :

- pour ce pays surpeuplé ayant mis en place **des élevages industriels porcins géants** (400.000 porcs !), il paraît indispensable, avant d'entreprendre la construction de projets communs sur la filière porcine, de mieux analyser la situation environnementale en Chine. La recherche de modes d'approche de cet environnement nécessite de reconsidérer des modes de traitement comme le compostage des déchets urbains, d'analyser le devenir des boues résiduaires (technique SBR), mais aussi de concevoir des modes de production intégrée compatibles avec la nécessaire durabilité exigée par le développement d'une agriculture moderne ("Porcherie verte" [2]). Les Chinois sont à la recherche de savoir-faire performants pour résoudre leurs problèmes ;

- **la forêt chinoise** représente un fabuleux potentiel. Très dégradée, elle doit bien sûr être impérativement restaurée pour alimenter la filière bois chinoise, mais aussi pour arrêter les processus catastrophiques de désertification du pays. Dans le cas des forêts an-



Photo : François Ménissier

Chine, Mongolie intérieure, région de Hailaer : jeune fille ewenke faisant ses devoirs en gardant les chevaux.

"L'agriculture des Chinois est un culte ; on pourrait presque dire que c'est une caresse" (G.-Eugène Simon, 1885)

[2] *INRA mensuel* n°111, mai-juillet 2001.

ciennes, il s'agit de mettre en place des plans de régénération des massifs en préservant leurs caractéristiques génétiques, mais aussi en autorisant une reconstitution des populations végétales sur des sites désertiques. Les aménagements hydrauliques géants (barrage des Trois Gorges du Yangtzé), considérés comme générateurs de risques écologiques, impliquent la reconstitution de paysages forestiers sur une grande partie du cours supérieur du fleuve. L'INRA peut apporter son expérience et sa connaissance dans la plantation de forêt artificielle et la gestion des massifs existants ;

- **les pâturages du Nord de la Chine** (Mongolie intérieure), ressources essentielles de la production laitière du pays sont très fortement dégradés par une surexploitation continue depuis des années. Par sa connaissance de la gestion des prairies, l'INRA est susceptible d'apporter sa contribution à la reconstitution de cette ressource agricole essentielle.

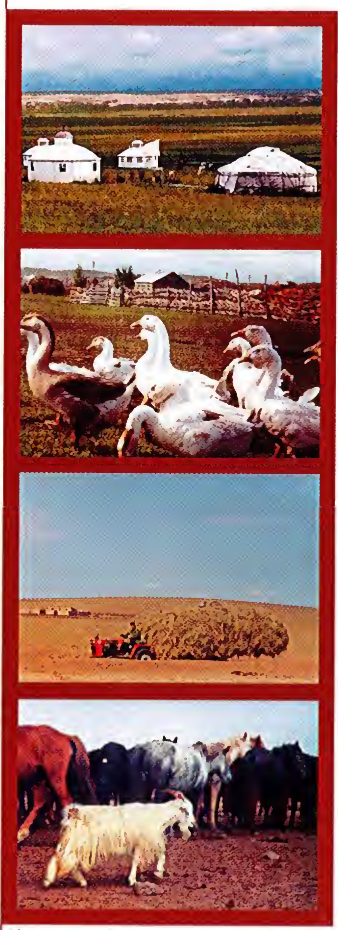
Dans ce troisième type d'action, on pourrait aussi inclure le projet gouvernemental de valorisation des territoires du Nord-Ouest de la Chine. L'élaboration de solutions applicables sur des régions d'une telle ampleur peut bien entendu nécessiter de mobiliser les savoir-faire de plusieurs pays du globe.

Pour bien appréhender les changements en cours, il est indispensable de ne pas se limiter à une thématique donnée mais de connaître les éléments caractéristiques de la politique agricole de ce pays.

Générer, par le fait de la modernisation de l'agriculture et de l'ensemble de son économie, une migration des populations de la campagne vers les villes sans précédent dans l'histoire du monde, est un défi que la Chine devra relever. Cet exode rural est un fait de société où la population d'un pays entier passe pratiquement sans transition de comportements traditionnels, à peine modifiés depuis des siècles, à ceux adaptés des pratiques développées par les autres pays du Sud-Est asiatique dans la seconde moitié du XX[e] siècle. L'intrusion dans les procédés de cultures d'une innovation scientifique soutenue par l'État chinois, ainsi que le développement de filières agro-alimentaires axées de plus en plus sur les marchés de consommateurs des villes et non plus sur une population rurale, créent un mode nouveau de gestion de la production agricole et d'intégration des populations rurales en voie de migration vers la ville.

De ce fait, la connaissance de l'économie et de la sociologie rurales est une donnée indispensable et décisive dans un pays en cours de mutations profondes.

Isabelle Bordier, René Lesel
Chargés du secteur Asie
Mission Relations internationales



Photos : François Ménissier

Chine, Mongolie intérieure (de haut en bas) : Nord, autour de Hailaer : prairies humides, yourtes / oies au pâturage.
Nord-Est, Xilinhot : steppe sèche / élevage de chevaux.

La Chine en quelques chiffres

Un pays rural

Fin 2001, avec 796 millions de ruraux (migrants exclus), les campagnes comptaient 62% de la population totale (1,276 milliard d'habitants). Ces ruraux sont répartis dans plus d'un million de villages naturels (ou 710.000 villages administratifs) et 40.000 bourgs (bourgades, "zhen", ou cantons, "xiang"). Les urbains habitent 660 cités (dont 25 de plus de 2 millions d'habitants) et les chefs-lieux des 2.500 districts ("xian"), dans 31 provinces ou régions administratives.

Sur une surface cultivée de plus de 100 millions d'hectares, la densité de population en Chine est comparable à celle des pays les plus peuplés d'Europe occidentale. Mais le retard de développement provoque une surpopulation agricole : on compte trois actifs agricoles par hectare cultivé, les agriculteurs, avec 325 millions d'actifs, constituant près de 70 pour cent de la main-d'œuvre rurale. Les migrations saisonnières vers les villes touchant plus de 100 millions de travailleurs "agricoles" contribuent cependant à alléger cette surpopulation, tout en esquissant un exode rural longtemps contenu par les autorités chinoises.

Un pays en développement [1]

En 2001, avec un PIB de 9.590 milliards de yuans (1.160 milliards de US $), le PIB par tête n'était que de 910 US $, ou, en termes de Parité de pouvoir d'achat (PPA), environ 4.000 US $ (contre plus de 24.000 en France et moins de 2.500 en Inde). Si l'agriculture ne fournit plus que 15 pour cent du PIB, elle emploie encore 50 pour cent des actifs du pays.

Le retard au développement peut se mesurer à la production d'électricité par tête : avec moins de 1.200 KwH celle-ci est d'environ dix fois inférieure à celle des pays développés. Les biens de consommation restent chers, même en regard des salaires urbains. Pour un salaire mensuel moyen de 1080 yuans par actif urbain, farine et riz coûtent 3 yuans par kg, le porc maigre 16 yuans, un poste TV couleur 2.000 à 4.000 yuans… (soit pour un salaire français "équivalent", hors parité monétaire, de 8.000 F., 25 F. le kg de riz, 130 F. le porc, et plus 20.000 F. une TV). L'alimentation compte encore pour 38 pour cent du budget des ménages urbains. Ceux-ci disposent cependant en moyenne de 120 postes TV couleur pour 100 foyers, 92 machines à

[1] Le dernier Forum économique mondial de Davos a donné une idée du développement actuel de la Chine : croissance économique annuelle de 8%, investissements plus 20% par an, responsable de 60% de l'accroissement du commerce mondial, production d'acier dépassant celles des États-Unis et du Japon réunies…

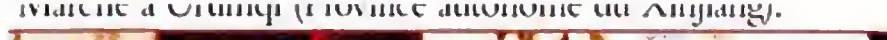

Marché à Urumqi (Province autonome du Xinjiang).


Photo : Marc Villar

laver, 82 réfrigérateurs, 165 bicyclettes (mais seulement 19 motos et 0,5 automobile).

Un pays dual

À la relative aisance urbaine s'oppose la frugalité des campagnes. Le revenu moyen par personne (autoconsommation comprise) y est près de trois fois inférieur à celui des villes (2.366 yuans contre 6.860 en 2001). Et le taux d'équipement ménager incomparablement plus bas avec 54 postes TV couleur pour 100 foyers, auxquels s'ajoutent 51 TV noir et blanc, 30 machines à laver, 14 réfrigérateurs, 121 bicyclettes (mais 25 motos)...

Plus encore, au fossé villes-campagnes s'ajoute le clivage Est-Ouest, les revenus des paysans des zones côtières Sud et Est (du Guangdong au Zhejiang) allant de 3.800 à 4.600 yuans par personne, contre 1.400 à 1.500 yuans pour les provinces de l'Ouest (la province la plus pauvre, hors Tibet, étant le Guizhou avec un peu plus de 1.400 yuans). Ce sont dans ces provinces que l'on trouve les quelque 80 millions de pauvres ruraux, disposant de moins de 1.000 yuans par personne et par an (soit moins de 120 US $).

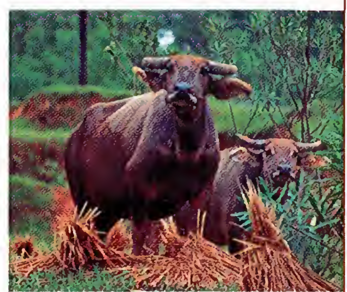
La suffisance alimentaire

Pour autant la majeure partie de la population chinoise mange à sa faim. Les disponibilités alimentaires brutes y sont en effet relativement élevées, avec, en année normale, près de 400 kg de grains (paddy, céréales, tubercules et soja) par tête, ou 250 kg de céréales (riz, blé... contre moins de 200 kg en Inde).

Si les chiffres officiels des productions animales sont surestimés en Chine (avec 50 kg bruts de viande disponibles par personne, auxquels s'ajouteraient près de 18 kg d'œufs et plus de 30 kg de produits aquatiques), les rations carnées réelles sont néanmoins importantes avec environ 25 kg de viande nette par personne et par an (dont 70 pour cent de porc), contre moins de 5 kg en Inde (l'Inde dispose en revanche de 30 litres de lait de vache par personne par an contre seulement 6 en Chine).


Photo : Marc Villar

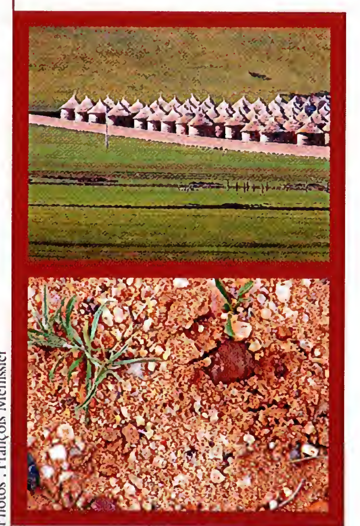
En moyenne, la ration calorique (estimée) en Chine serait de 2.500 kcal par personne et par jour (2.600 dans les campagnes, avec 200 kg de céréales usinées et 20 kg de viande par an et par personne, 2.200 dans les villes avec respectivement 100 kg de céréales et près de 40 kg de viande), soit un niveau de suffisance mettant la Chine à l'abri de tout risque de fami-


Photo : Catherine Madzak

Buffles domestiques dans la région de Guilin (Chine du sud).

ne, et, plus encore, lui assurant une alimentation carnée élevée compte tenu du bas niveau des revenus.

À la campagne, les rations sont relativement bien distribuées du fait de l'égalité d'accès à la terre pour les paysans. Les surfaces cultivées ont en effet été égalitairement allouées aux familles lors de la décollectivisation du début des années 80, établissant un système de fermage généralisé sur les terres demeurées propriété collective. Les zones de pauvreté correspondent en fait à des terroirs ingrats, par le climat (aridité) ou la topographie (zones montagneuses).



Photos : François Ménissier

Chine, Mongolie intérieure (de haut en bas) : Nord, silos à grains / Nord-Est, Xilinhot : limite de la zone désertique.

Une agriculture performante

Le terroir chinois est très varié. Il va de la Mandchourie, au climat quasi sibérien, où l'on ne pratique qu'une seule récolte par an (avec le soja du Heilongjiang ou le maïs du Jilin), aux régions tropicales du sud de la Chine, où la riziculture est dominante et les trois récoltes annuelles courantes. En passant par la grande plaine du Nord (le quart des surfaces cultivées) et sa double culture de blé d'hiver suivi du maïs l'été, les bassins des Moyen et Bas Yangzi (blé, colza, suivis de riz au Nord, double riz au Sud), les collines et vallées du Sud, le riche "Bassin Rouge" du Sichuan… Dans des régions agricoles aussi contrastées, les rendements sont (presque) partout élevés, avec en moyenne plus de 6 tonnes par hectare récolté de paddy, 5 tonnes de maïs, 3,5 tonnes de blé : même si ces rendements sont probablement surestimés (de 15 à 20 pour cent du fait de la sous-estimation des surfaces cultivées), ce sont là des performances respectables pour un pays aux dimensions d'un continent.

"Le fils de Han, n'est pas un cultivateur, c'est un horticulteur, et si parfait que, dans les plaines fertiles, notamment dans les riches terres de Changhaï, vingt hommes vivent à leur aise des produits d'un seul hectare"
(Elisée et Onésime Reclus, 1902)

Ces performances reflètent une agriculture très intensive, pratiquée sur de petites fermes familiales, n'ayant guère plus en moyenne qu'un demi-hectare de superficie cultivée. Le savoir-faire des agriculteurs chinois y bénéficie d'une bonne infrastructure hydraulique. Si seulement 55 pour cent des terres labourées sont irriguées, les principales régions agricoles sont bien desservies (65 pour cent dans la plaine du Nord, plus de 80 pour cent dans le Sud rizicole). S'ajoute une fumure abondante (engrais chimiques appliqués à raison de 400 kg par hectare d'éléments fertilisants et fumure organique). Plus encore, les variétés améliorées, qui ont fait le succès de la révolution Verte en Chine, témoignent de la qualité de la recherche agronomique de ce pays (avec en particulier les riz hybrides couvrant plus de la moitié des rizières).



Photo : Bertrand Vissac

Culture en terrasse. Région Tachaï.

La hausse des rendements a permis, depuis une vingtaine d'années, d'augmenter les surplus de grains, tout en développant les cultures économiques (coton, et surtout oléagineux) par le croît des doubles récoltes annuelles. L'agriculture y a gagné en diversité, avec en particulier l'essor de l'élevage (près de 30 pour cent du revenu brut agricole), lequel consomme plus du quart de la récolte de grains. Par ailleurs, en vingt ans, les superficies plantées en légumes ont été multipliées par quatre, et les productions fruitières par huit, assurant un ample approvisionnement dans les villes.

Des industries agro-alimentaires embryonnaires

Si le développement de l'agriculture a permis ainsi l'augmentation et la diversification de l'alimentation, le secteur agro-alimentaire demeure néanmoins embryonnaire en Chine. Cela peut correspondre également aux habitudes alimentaires de la population chinoise, gros consommateurs de produits frais.

En 1997, avec une valeur ajoutée de 251 milliards de yuans, l'agro-alimentaire n'équivalait alors qu'à 18 pour cent de la valeur des productions agricoles (contre 135 en France en 1995). Sur ce total, le tiers était constitué par l'industrie du tabac (82 milliards), et 22 pour cent (56 milliards) par le secteur des boissons et spiritueux. Moins de la moitié de la valeur de la production provenait donc de la transformation des produits alimentaires proprement dits (31 pour cent avec 78 milliards, avec pour l'essentiel la meunerie et les huileries) ou des conserves (15 pour cent avec 35 milliards). La faiblesse de cette industrie de transformation est bien illustrée par le secteur de la viande qui, en 1998, n'a conditionné que 2,5 millions de tonnes de viande, alors que les capacités frigorifiques totales de la Chine se limitaient à 4,5 millions de tonnes (pour une production totale de viande supposée dépasser 50 millions de tonnes).

Plus encore, cette industrie est concentrée sur la façade côtière de l'est de la Chine, totalisant 55 pour cent des productions. Les seules provinces et municipalité du Shandong, du Jiangsu, de Shanghai et du Guangdong regroupaient plus du tiers de l'agro-alimentaire chinois (tabac exclu). Les provinces agri-

Bateau de pêche avec deux cormorans dressés à Guilin (Chine du sud).



Photos : Catherine Madzak

"...Une longue tradition a fait connaître [au paysan chinois] les qualités des sols et les besoins des plantes ; il sait que les cultures diverses doivent se succéder dans un certain ordre sur le même sol ; il dose avec prudence des amendements ou les engrais qu'il mêle aux terrains, marnes, c haux ou phosphates, herbes de bruyère, herbes pourries, cendres, os ..." (Elisée et Onésime Reclus, 1902)

coles de l'intérieur se signalent donc à la fois par la richesse de leur agriculture, et le sous-développement de leur agro-alimentaire limité pour l'essentiel à la transformation primaire des récoltes.

Les défis à long terme

À long terme, il ne semble donc pas que le défi que l'agriculture chinoise ait à relever soit celui d'assurer la suffisance de l'alimentation du pays. D'ores et déjà, la Chine est autosuffisante de ce point de vue, avec des importations de grains qui, par le passé, n'ont jamais dépassé les 20 millions de tonnes (4 pour cent des récoltes en 1995), et avec actuellement un solde commercial excédentaire en céréales.

Les projections à moyen et long termes, se fondant sur une croissance des productions animales de 5 pour cent par an, et un croît annuel des récoltes de grains de 1 à 1,5 pour cent, font apparaître des importations de grains (fourragers pour l'essentiel) de l'ordre de 50 millions de tonnes pour les années 2020-2030. Ces besoins pourront être assurés aisément par le commerce international.

Il n'en demeure pas moins que des difficultés resteront à surmonter dont la moindre n'est pas celle de la limitation des ressources hydrauliques en Chine du Nord. Les récoltes présentant les plus forts taux de croissance, blé et maïs, sont précisément celles produites dans les zones les plus déficientes en eaux de surface (l'essentiel de la plaine du Nord étant irriguée par des puits qui utilisent déjà jusqu'à épuisement les ressources des nappes souterraines). De forts investissements devront donc être consentis pour l'amélioration des techniques d'irrigation dans ces régions. Et un projet pharaonique de détournement des eaux du Yangzi vers le Nord a été officiellement lancé, avec un budget de 22 milliards de dollars pour les dix prochaines années (soit l'équivalent de celui qui a été consacré au "Barrage des Trois Gorges").



Marché à Guilin (Chine du sud).

Plantation de concombres. Région du Henan.



Photo : André Delplanque

Les défis à court terme

Les défis que l'agriculture doit affronter sont en fait à beaucoup plus court terme et concernent l'emploi et les revenus dans les campagnes chinoises.

L'agriculture, déjà, ne suffit plus aux revenus paysans, dont près de 50 pour cent ne sont pas d'origine agricole. Les quelque 130 millions d'emplois non agricoles fournis par les entreprises "des bourgs et des cantons" permettent là de compléter par des salaires les revenus de l'exploitation. Mais cette industrie rurale semble marquer le pas, incapable d'éponger davantage les surplus de main-d'œuvre agricole. Le vrai défi sera donc de soutenir l'exode rural qui s'amorce, seul capable à terme d'augmenter la taille des exploitations et la productivité du travail agricole. En attendant, les mandats des saisonniers partis travailler en ville pallient partiellement la faiblesse des revenus agricoles.



Photo : Marc Villar

Village de Mongolie intérieure.

Au cours des dernières années, les revenus paysans ont par ailleurs connu une baisse marquée de leurs taux de progression (5,9 pour cent en 1997, 4,5 en 1998, 3,8 en 1999, 2,4 pour cent en 2000, contre plus de 10 pour cent en 1995 et 1996). Ce ralentissement trouve sa source dans la chute des prix agricoles, et plus particulièrement des grains, provoquant une baisse des revenus d'exploitation depuis 1998 (partiellement compensée par une augmentation des salaires et des transferts financiers). Cette chute des prix correspond en fait à l'excédent des récoltes et au désordre des marchés (pour les grains surtout) qui constituent le problème essentiel auquel les autorités chinoises doivent maintenant faire face.

À cet égard, la politique de prix de soutien pour les grains, pratiquée ces dernières années par l'État par l'intermédiaire de ses monopoles (quotas de livraison obligatoires), semble avoir échoué, les prix garantis n'ayant pu être appliqués, tandis que les déficits des agences des grains grevaient sans cesse davantage les finances publiques. La réforme du marché intérieur des grains (et du coton), sa libéralisation véritable sont donc de nouveau d'actualité, accélérées par l'entrée de la Chine à l'OMC, et l'ouverture de son commerce agricole aux marchés mondiaux. Cette ouverture n'augmentera sans doute pas de façon considérable, dans un avenir proche, les quantités importées (blé pour l'essentiel), du fait des quotas tarifaires négociés, mais pèsera fortement sur les prix intérieurs, mettant encore davantage en difficulté les agriculteurs.

Le dilemme des autorités chinoises

Les autorités chinoises, en ce début de siècle, doivent donc affronter des choix difficiles. Le moment semble venu où l'agriculture, secteur longtemps exploité par l'économie administrée, semblerait devoir devenir au contraire un secteur assisté. Et les autorités chinoises n'en ont guère les moyens alors même que se pose le problème de la reconversion des industries d'État déficitaires. Devant mettre au



Photo : Marc Villar

Harbin, Nord-Est de la Chine.

chômage plusieurs dizaines de millions de salariés de ces entreprises au cours des prochaines années, pour les rendre compétitives dans l'environnement international, des ressources devront donc être dégagées pour en amortir le choc social, éminemment dangereux pour le régime en place. C'est au même moment que, par dizaines de millions, les travailleurs migrants se pressent sur les chantiers urbains, en quête d'un complément de revenus pour leurs familles paysannes.

Dans les choix en cours, la paysannerie ne semble pas avoir la priorité. Pour financer les gouvernements locaux, elle supporte encore un fardeau fiscal accablant qui, par endroit peut atteindre plus de 20 pour cent du revenu net paysan (autoconsommation incluse). En plus de ces charges, les paysans doivent encore payer des frais d'écolage considérables pour envoyer leurs enfants à l'école primaire ou au collège, et ne bénéficient, pour la majorité, d'aucune couverture sociale. Les jacqueries provoquées par les "fardeaux paysans" sont nombreuses. Mais elles ne mettent guère en péril le régime qui mise donc davantage sur le développement accéléré des zones urbaines et côtières.

Il est vrai que ce sont ces dernières qui tirent la croissance nationale (pas moins de 8 pour cent de croît du PIB en 2002 ; 7,3 en 2001), grâce surtout aux exportations (266 milliards de US dollars en 2001, soit plus de 20 pour cent du PIB, avec un excédent commercial de 23 milliards de dollars). Seule cette croissance vigoureuse peut à terme concilier les exigences multiples en matière d'emplois urbains, tout en réalisant les investissements indispensables au développement ultérieur de l'agriculture. Or, si la Chine a, en partie, pu éviter la crise asiatique (son taux de croît était cependant supérieur à 10 pour cent dans la première moitié des années 90), elle connaît actuellement une déflation continue depuis quatre ans. Seuls les investissements consentis par l'État dans les grands travaux d'infrastructure ont permis d'alimenter une demande très ralentie, au prix de déficits budgétaires élevés (financés par les émissions massives de bons du trésor). À ces investissements s'ajoutent ceux financés par l'étranger, la Chine, avec plus de 50 milliards de dollars de *Foreign Direct Investment* (FDI), captant la majeure partie des flux financiers se dirigeant vers l'Asie. Il n'empêche que c'est dans une conjoncture très tendue que les choix devront être faits, privilégiant les revenus paysans ou le dynamisme des secteurs de l'économie ouverts sur le monde extérieur.

Claude Aubert,
Économie et Sociologie rurales, Paris

La recherche scientifique et technologique en Chine



Depuis un quart de siècle, la Chine connaît une croissance économique très forte (7% par an, 9% en 2003). Elle est devenue l'un des grands acteurs du commerce international.

Cette évolution passe par la réforme de nombreux secteurs : modernisation de l'agriculture, restructuration du secteur industriel, prise en compte de la demande sociétale, renforcement de l'enseignement, capacité d'innovation de la recherche scientifique et technologique. Le gouvernement chinois, soucieux du rayonnement de la Chine dans le monde, a pris conscience du rôle essentiel joué par la recherche fondamentale dans le développement économique du pays et l'a placée au rang de priorité nationale, dans le plan quinquennal de 2001-2005.

Le système de recherche évolue

À partir des années 1980, sous la pression de la volonté de réforme de Deng Xiaoping, le système de recherche chinois, calqué jusque-là sur le modèle soviétique, va connaître une transformation radicale. Dans le contexte de l'évolution économique du pays et de l'ouverture au monde extérieur, l'accent est mis sur la recherche appliquée et le développement technologique, au détriment de la recherche fondamentale.



Photo : Marc Villar

Laboratoire d'entomologie.
Harbin, Nord-Est de la Chine.

Alors qu'autrefois l'activité de recherche se concentrait dans les institutions d'État, telle l'Académie des Sciences, à partir des années 1980, de nouvelles structures de recherche sont créées. Le nombre de chercheurs du secteur public impliqués dans des programmes de recherche fondamentale diminue drastiquement et les autres chercheurs doivent s'engager dans des programmes de recherche appliquée et créer leurs propres laboratoires de recherche ou entreprises. Ils ne toucheront plus leur salaire de l'État.

Pour permettre cette évolution, le système public de recherche est réformé en réintégrant l'hypersélectivité de l'ancien système socialiste. Dès 1985, les universités dont le rôle était de former les étudiants, sont incitées à développer leurs propres laboratoires et l'État introduit dans le système un mécanisme de

Serres en terre, région du Henan.



Photo : André Delplanque

Quelques grandes données sur la science chinoise

La dépense nationale de Recherche & Développement a doublé en 5 ans : de 40 milliards de yuans, soit 0,6% du PIB en 1986 à 89, soit 1% du PIB en 2000.

Répartition des dépenses de Recherche & Développement :

Par secteurs
- 60,3% entreprises
- 28,8% instituts de recherche
- 9,6% universités
- 1,3% autres

Par activités
- 77,8% développement
- 17% recherche appliquée
- 5,2% recherche fondamentale

Effectif du personnel qualifié

En 2000, il est évalué à 21,65 millions dont :
- 11 millions d'enseignants
- 5,55 millions d'ingénieurs
- 3 millions de médecins
- 0,65 million d'ingénieurs et techniciens agronomes
- 0,28 million de chercheurs
- 1,17 millions autres

Situation universitaire

- 1225 universités
- 7,19 millions d'étudiants
- 0,39 million d'étudiants en 3ème cycle

Répartition des étudiants par discipline

- 37,30% en ingénierie
- 16,80% en économie
- 10,30% en sciences naturelles
- 6,30% en médecine
- 3,20% en agriculture
- 26,10% autres

Structures de Recherche & Développement

- Les universités (1225)
- L'Académie des Sciences (100 instituts)
- Les académies
- Les instituts nationaux de recherche
- Les instituts de recherche appliquée
- Les organismes du service public à but non lucratif
- Les entreprises

Depuis le début des années 1980, le gouvernement a mis l'accent sur le développement économique de la Chine en faisant de la Science et de la Technologie des priorités. Cette volonté s'est traduite par la mise en place de grands programmes nationaux. Ces programmes définis par le groupe interministériel pour la R&D, présidé par le Premier Ministre, sont gérés par le ministère de la Science et de la Technologie (MOST). Ils sont de 3 sortes : recherche fondamentale, recherche appliquée, industrialisation.

Recherche fondamentale
- NSFC
- Programme 973
  Objectif : Favoriser et soutenir les chercheurs et les enseignants dans les domaines-clé en recherche avancée : agriculture, énergie, information, matériaux, ressources et environnement, santé.

Recherche appliquée
- Programme 863
  Objectif : Développer les hautes technologies dans des secteurs-clé : biotechnologie et agriculture avancée, espace, information et télécommunication, énergie, environnement et ressources naturelles, science des matériaux, électronique.
- Programme-clé de valorisation des résultats de la R&D
  Objectif : Apport de la technologie dans le développement économique des secteurs-clé de l'économie : agriculture, santé, environnement.

Industrialisation
- Programme SPARK (Étincelle)
  Objectif : Soutenir le développement économique dans les zones rurales. Transférer les résultats de la recherche, les nouvelles technologies, la formation, le financement auprès des agriculteurs.
- Programme TORCH
  Objectif : Promouvoir l'industrialisation et la commercialisation des produits de haute technologie (53 parcs nationaux de haute technologie ont été créés).

subventions de recherche sur projets en créant, en 1986, la Fondation nationale chinoise pour les Sciences de la Nature (NSFC) créée sur le modèle américain (NSF), elle finance les meilleures équipes des diverses institutions chinoises par le biais de programmes incitatifs fixés par le gouvernement.

En 1995, "le livre blanc" sur la recherche proposait de multiplier par trois le budget consacré au financement de la Recherche&Développement (0,5% du PIB en 1995) pour atteindre 1,5% du PIB d'ici l'an 2000. L'effort de financement est cependant resté voisin de 0,7% jusqu'en 1998 mais a connu une réelle avancée ensuite, puisqu'il atteignait en 2000, 1% du PIB, représentant 89 milliards de yuans (10 milliards d'€).

Au cours de cette période, l'effort de recherche a cependant essentiellement contribué au développement de la recherche appliquée au détriment de la recherche fondamentale. Seule la recherche militaire a atteint un haut niveau de développement. Ainsi, en dehors de l'espace et du nucléaire, les capacités chinoises de recherche sont encore limitées et de vigoureuses politiques publiques de développement des infrastructures de recherche et de coopération internationale seront nécessaires pour combler le retard.

Le système de recherche actuel marie donc à la fois un dispositif ancien de type soviétique, à l'administration lourde, et un dispositif plus récent de type nord-américain, dynamique et moderne. L'écart se creuse entre les laboratoires de recherche et une vive compétition s'est instaurée entre les équipes soucieuses de trouver d'autres sources de financement que les fonds publics. Cette disparité s'accentue également en fonction de la localisation des laboratoires, les régions contribuant de manière significative au financement de la recherche. Ainsi, les laboratoires situés dans les régions côtières (Canton, Shanghaï...) bénéficient d'un appui croissant des autorités régionales.
Cette évolution a favorisé la création d'entreprises au sein des instituts de recherche et des universités (435 pour l'Académie des Sciences) et a eu pour conséquence d'inciter les scientifiques à se tourner vers la recherche appliquée, de favoriser le développement d'un secteur de haute technologie et d'alléger le budget de l'État.
Les réformes se poursuivent pour accroître le volume et l'efficacité des moyens mis en œuvre en science et en technologie. Les chercheurs et étudiants chinois actuellement à l'étranger (environ 340 000) sont encouragés à rentrer et bénéficient de conditions d'accueil très favorables (création de centres incubateurs d'innovation).
Ils formeront la classe dirigeante de demain.

Les réformes entreprises par le gouvernement pour faire évoluer la recherche académique vers une recherche technologique, fer de lance du progrès économique et social attendu, ont radicalement changé le paysage du système public de recherche en Chine. Il est difficile cependant d'évaluer l'impact réel de ces changements et de savoir s'ils s'appliquent à l'ensemble du territoire chinois. Mais il est certain que l'environnement universitaire, scientifique et technique de la Chine continue d'être l'objet d'une réflexion stratégique du gouvernement et subira encore pendant plusieurs années un remaniement de ses institutions. Les changements structurels et institutionnels qui s'imposent aujourd'hui contribueront sans doute à l'émergence de la véritable Recherche & Développement nationale de demain.

Comment la recherche en Chine est-elle organisée ?

De manière générale, le système de recherche chinois est marqué à la fois par une forte centralisation et une organisation très compartimentée. Ainsi, à côté des grandes académies -l'Académie des Sciences (CAS) étant le véritable cœur scientifique du pays- il existe par ailleurs un dispositif de recherche universitaire qui regroupe un nombre important de laboratoires (1 225 universités). À ces derniers s'ajoutent d'autres unités de recherche relevant des ministères techniques.

Parmi la kyrielle de laboratoires de recherche, 157 ont été labellisés, "National Key Laboratories", c'est-à-dire reconnus comme foyers d'excellence et bénéficiant de ce fait de tous les avantages financiers disponibles (nationaux, provinciaux, privés, internationaux).

Les principaux acteurs du système de recherche chinois sont le ministère de la Science et de la Technologie (MOST), la NSFC, la CAS.

Le ministère de la Science et de la Technologie

La Commission d'État pour les Sciences et la Technologie créée par le président Mao Zedong au lendemain de la révolution de 1949 a été remplacée par le ministère de la Science et de la Technologie (MOST) en 1998. Ce ministère est en charge des sciences dites dures et de la technologie, à l'exception des sciences humaines et sociales qui ne font pas partie de son champ d'action.

Le MOST coordonne les orientations prises par la NSFC afin de hisser la science chinoise au plus haut niveau international.

Il gère les grands programmes nationaux qui sont de trois sortes : la recherche fondamentale, la recherche appliquée et l'industrialisation. Parmi ces programmes, deux principaux permettent le financement des recherches :

- le programme de recherche fondamentale, appelé programme 973 ; il est plus particulièrement destiné à soutenir les recherches de base, en vue de l'utilisation de leurs résultats pour des recherches plus appliquées ;
- le programme de recherche appliquée et hautes technologies, appelé programme 863. Ce programme est de loin celui qui a le plus favorisé la recherche de qualité. Il couvre tous les champs de la haute technologie, depuis le militaire et le spatial jusqu'aux biotechnologies.

Depuis 1998, dans le cadre de l'accord de coopération scientifique et technique signé entre la Chine et l'Union européenne, ces deux programmes nationaux sont ouverts aux scientifiques européens ; de même les équipes chinoises peuvent s'insérer dans certains programmes du PCRD (Programme Cadre de Recherche Développement), de l'Union européenne.

- La Fondation nationale chinoise pour les Sciences de la Nature

Créée en 1986 pour introduire dans le système un mécanisme de subventions de recherche sur projets, la NSFC est inspiré du modèle américain. Son budget annuel (80 millions de yuans en 1986 ; 1,290 milliard de yuans en 2000) va aux meilleures équipes chinoises. La Fondation court-circuite les administrations de l'Académie des Sciences, des universités et des multiples ministères qui, à un titre ou à un autre, coiffent des activités de recherche. Les laboratoires des différentes institutions sont ainsi mis en concurrence mais c'est aussi un moyen de les faire coopérer.

La Fondation finance en effet volontairement des projets éventuellement interdisciplinaires auxquels participent des chercheurs de diverses institutions.

Le montant habituel d'une subvention de la Fondation pour un projet est de l'ordre de 80 000 yuans (9120 €) répartis sur 3 ans. La Fondation a également mis en place des fonds spéciaux destinés à encourager les jeunes chercheurs. Ainsi, le fonds pour la promotion de personnes de talent dans les sciences fondamentales (1997) est destiné à attirer des chercheurs installés à l'étranger. L'objectif officiel est de créer un pôle de 1 000 jeunes chercheurs d'exception chargés de piloter la science chinoise



Chine, Mongolie intérieure : Nord, autour de Hailaer : ferme d'État élevage de chevaux et de bovins.

Photos : François Ménissier



Photo : Marc Villar

"La France et la Chine sont sur le plan mondial deux grands pays à vocation agricole ; ils doivent développer une coopération à la hauteur de leur réputation en ce domaine" (Wen JiaBao, Vice-Ministre de l'Agriculture, INRA Jouy-en-Josas, octobre 1997. Il est aujourd'hui 1er ministre de la Chine).

dans les prochaines années. La Fondation a aussi pour tâche d'évaluer les 157 laboratoires nationaux-clé établis dans les universités, l'Académie des Sciences et les autres institutions de recherche.

- L'Académie des Sciences (CAS)

Elle est plus ou moins l'équivalent de notre CNRS et regroupe 80 Instituts répartis sur tout le territoire. Son budget était de l'ordre de 1 milliard d'€ en 2002. La CAS est engagée depuis 1998 dans une triple restructuration portant sur la gestion, l'autonomie et le rajeunissement des cadres. Elle s'est fixée comme objectif de réduire de moitié son personnel permanent d'ici 2010. Au total, 58 000 personnes appartenaient à l'Académie en 1998. Les départs à la retraite ont été encouragés et l'appel au retour de jeunes scientifiques chinois en poste à l'étranger a été favorisé. Le nombre total de scientifiques invités, de thésards et de post-doctorants doit être supérieur à celui du personnel permanent afin d'encourager le rajeunissement des cadres.

La réforme s'est traduite aussi par la réduction du nombre des Instituts passés de 123 à 80 en 2000. L'accent est mis sur la recherche appliquée et le développement. Les activités de production sont filialisées et progressivement rendues indépendantes, en entreprises. Chaque Institut (de la CAS, de la CAAS ou d'autres), chaque campus universitaire hébergent de nombreuses entreprises start-up, dans lesquelles ces institutions ont une part de capital et récupèrent des royalties.

- L'Académie des Sciences agricoles (CAAS)

Avec un premier accord signé en 1986, la CAAS est le plus ancien partenaire de l'INRA en Chine. La réforme de la CAAS a démarré plus tardivement que celle de la CAS. En 2000, la restructuration de cette Académie a porté sur la rénovation des équipes dirigeantes, la réorientation des priorités de recherche et la réorganisation des structures.

La CAAS a dû réorienter ses programmes afin de mieux répondre aux changements de la société chinoise. L'accent n'est plus mis sur la production orientée vers l'autosuffisance totale (voir à ce sujet le texte de Claude Aubert), mais vers celle de produits de qualité et diversifiée.

Une priorité doit être accordée aux objectifs proposés à l'agriculture chinoise, impliquant une intensification de la production par rapport à la main-d'œuvre, d'une augmentation de la qualité des produits à la ferme et la recherche de plus-values.

La CAAS, comme la CAS, a décidé d'externaliser ses composants non directement engagés dans la recherche. Trois objectifs sont fixés dans cette réforme de son organisation :

- la mise en place **de Centres de création scientifiques et technologiques** (sortes de départements scientifiques), au nombre de 8 (Produits végétaux, Produits animaux, Environnement, Systèmes agraires, Transformation des produits et sécurité des aliments, Contrôle de qualité, Agro-économie et Agro-information) ;
- la création de **Centres d'Excellence** au niveau international, sous forme de plateformes nationales, pouvant s'insérer dans les réseaux d'excellence internationaux et servir aussi d'accueil à des équipes de Pays en développement.
- la mise en place de **Centres d'incubation technologiques**, servant de "nurseries" à des entreprises issues des travaux de la CAAS. Une vingtaine de ces entreprises sont à l'étude, avec une participation au capital de la CAAS, dont 3 à 5 seront opérationnelles en 2003.

La coopération de l'INRA avec la Chine

En quelques mots

Le partenariat de l'INRA avec la Chine connaît depuis 3 ans un développement important dont témoigne l'intensité des échanges.

La recherche scientifique chinoise est en pleine mutation. Partenaire de l'Académie des Sciences Agricoles (CAAS) depuis 1986, l'INRA a étendu récemment ses collaborations à d'autres institutions conduisant des recherches de très haut niveau, l'Académie des Sciences (CAS) et la Fondation nationale chinoise pour les sciences de la nature (NSFC).

Les échanges scientifiques sont nombreux et sont appelés à se poursuivre : plus de 40 scientifiques chinois ont été accueillis dans les laboratoires de l'Institut et une cinquantaine de missions ont été effectuées en Chine, au cours de l'année 2002.

Un ancrage local, permettant de maintenir un dialogue constant avec les institutions chinoises tant scientifiques que politiques et de mieux cerner les sollicitations chinoises, s'est avéré nécessaire. Cette volonté de l'INRA de développer une coopération forte avec la Chine a conduit à l'installation d'un représentant permanent de l'INRA et du CIRAD à Pékin en juillet 1999, M. LI Zheng. Conformément au souhait exprimé par le ministre de l'Agriculture

de présenter une offre française de l'agriculture et de l'agro-alimentaire, ce représentant est installé au sein de la Maison de l'agriculture et de l'agro-alimentaire qui regroupe les professionnels français implantés en Chine. Une meilleure compréhension du fonctionnement du système politico-administratif ainsi que de l'organisation des structures institutionnelles, doit permettre de mieux cerner les enjeux locaux et d'analyser les demandes chinoises afin de les orienter vers les acteurs français les plus qualifiés pour y répondre.

Région céréalière, centre de la Chine.



Photo : Marc Villar

Dans le même temps, un effort de structuration a permis de focaliser les moyens humains et financiers sur un nombre limité de programmes conjoints de recherche intégrant plusieurs disciplines et tenant compte de la pluralité des partenariats scientifiques et économiques.

Aussi, au cours des dernières années, l'Institut a privilégié les domaines suivants :

• la génomique du blé, des protéagineux et du coton ;
• la biotechnologie et la biosécurité en agriculture ;
• la filière laitière, de l'alimentation de la vache laitière à la transformation des produits laitiers ;
• l'environnement : suivi de l'environnement et de la productivité agricole par télédétection, évaluation et traitement des déchets urbains, valorisation des déchets de l'activité agro-alimentaire par les champignons filamenteux ;
• les ressources forestières : génétique des arbres forestiers, lutte contre les insectes ravageurs, dépérissement des forêts et pluies acides, bois-matériau ;
• l'économie et la sociologie rurales : l'avenir des paysanneries dans un contexte de globalisation économique.

Ces domaines ne sont pas exclusifs. La coopération de l'INRA avec les interlocuteurs chinois montre un dynamisme très révélateur de l'intérêt de nos partenaires. Les demandes indiquent des actions potentielles multiples, diversifiées et intéressant des domaines nouveaux :

• la viti-viniculture : une coopération sur le thème de la vigne (maladies de la vigne utilisant les porte-greffe chinois, variabilité génétique), pourrait se développer dans le prolongement de la coopération franco-chinoise concrétisée par la création d'une ferme viti-vinicole au nord de Pékin, dans le district de Huailai en 2000 ;
• systèmes agraires : avenir des petites exploitations en Chine dans le processus de mondialisation ;
• transformation : conservation des fruits et légumes ;
• génomique du porc : poursuite de l'étude des races porcines chinoises (la race ERHULIAN). Les travaux réalisés en génétique animale remontent aux années 1979 avec l'arrivée en France des porcs chinois (*INRA mensuel* n°103, janvier 2000). Un programme expérimental de grande ampleur a été développé en France à partir de l'importation de races porcines chinoises (Meishan, Jiaxing, Jinhua). Les croisements avec les races européennes (Large White) permettent : pour le porc européen, une prolificité augmentée, pour le porc chinois, une qualité de chair et une conformation des carcasses améliorées.

Par ailleurs, l'INRA est très présent dans les programmes de la coopération scientifique et technique des ministères français (Agriculture, Recherche, Affaires Étrangères) :

• participation active des équipes de l'Institut au Programme de Recherches Avancées (PRA) franco-chinois financé par les gouvernements français (MRT, MAE) et chinois (MOST) ; 20 projets ont été soutenus dans ce cadre au cours des quatre dernières années. L'INRA est désormais représenté au Conseil d'Administration de l'Association franco-chinoise ;
• participation au comité de réflexion sur la création à Pékin d'une Maison franco-chinoise de la Science et de la Technologie ;
• dans le cadre de l'année de la Chine en France (2003) et de l'année de la France en Chine (2004), des manifestations bilatérales dans le domaine scientifique (colloques, expositions, rencontres) auront lieu dans les deux pays. L'Institut formulera des propositions pour participer à ces échanges.



Photo : François Ménissier

Le développement des actions rencontre néanmoins plusieurs obstacles

• Les thèmes de coopération concernent aussi bien la recherche fondamentale que la recherche pour le développement. À cela les demandeurs chinois ajoutent le partenariat industriel, la valorisation, l'expertise, spécialités qui vont souvent au-delà des spécificités de l'INRA et de ses capacités.
• Une faible disponibilité en bourses d'études et de recherche.

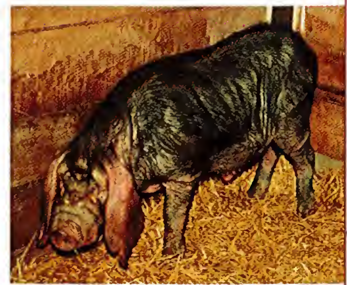


Photo : Christian Slagmulder

Porc chinois.


Photo : Marc Villar

Serre de fortune dans la ferme forestière de Xinglongzhao.

Blé tendre d'hiver variété AUDACE bien adaptée à la région Nord de la France, demi-précoce, très résistante aux maladies.


Photo : Jean Weber

Blé tendre
Confronter les connaissances sur les filières blé françaises et chinoises : un intérêt réciproque. L'INRA et la CAAS s'associent pour conduire un projet de coopération portant sur la description de ressources génétiques chez le blé tendre et le développement d'outils et de matériel dédié à la génomique afin d'analyser la diversité pour des caractères d'intérêt agronomique.

Chine, Mongolie intérieure, troupeau laitier.


Photo : Sylvie Augustin

La filière laitière
La Chine souhaite développer une filière laitière de qualité pour répondre à la demande de son marché intérieur. Les productions du pays ont sur le plan qualitatif des caractéristiques très variables qui interdisent la mise en place de fabrications industrielles répondant aux critères de qualité souhaités.
Il existe donc dans cette filière des demandes importantes des partenaires chinois auxquelles l'INRA peut répondre sur le plan de la recherche et de l'innovation tout en soutenant les industriels français.


Photo : Christophe Maitre

Plante expérimentale : *Arabidopsis Thaliana.*

De nombreux jeunes scientifiques de haut niveau, formés pour la plupart dans les universités américaines se voient offrir en Chine des postes à responsabilité dans les laboratoires "clés". Il est important de *pouvoir les accueillir* dans nos meilleurs laboratoires et de pouvoir les retenir ensuite dans le réseau scientifique français (11 000 étudiants chinois sont formés en France contre 200 000 aux États-Unis).

• Organisation des échanges de matériel génétique. Le matériel génétique est un des facteurs principaux de la majorité des programmes de coopération. L'accès aux ressources génétiques des partenaires dans des conditions respectant l'apport de chacun d'entre eux est, en conséquence, une donnée essentielle qui conditionne l'amélioration de la création végétale, l'amélioration des races animales, la mise au point de voies métaboliques de dégradation des déchets ou de biosynthèse de substances à haute valeur ajoutée (phytotechnie, pharmacie, cosmétologie…). Bien souvent, les programmes impliquant des échanges de matériel génétique sont assujettis à des blocages très préjudiciables au déroulement des travaux en coopération.

Une évolution nécessaire

L'INRA a défini les actions de sa coopération avec les organismes chinois selon les principes suivants :

• accroître l'échange de jeunes chercheurs (thésards, post-doctorants) ;

• développer des recherches aux plus hauts niveaux pour construire une coopération scientifique au sens le plus élevé du concept ; encourager les coopérations dans les domaines de performance de la Chine plutôt que celles dans les domaines de compétence de la recherche française ;

• centrer les échanges sur quelques thématiques larges, intégrant de nombreuses disciplines et permettant de focaliser les efforts ;

• veiller à une meilleure articulation avec d'autres intervenants de la recherche scientifique française et avec les acteurs économiques ;

• procurer un appui scientifique et technique aux demandes d'industriels français et apporter ainsi une réponse plus satisfaisante aux partenaires chinois demandeurs de transferts de technologie et de formation de leurs cadres et techniciens (deux coopérations scientifiques de l'INRA ont récemment conduit à des négociations pour l'achat par la Chine de matériels d'étalonnage de données satellitaires pour la prévision des récoltes, et de matériel destiné à l'étude de la pollution atmosphérique sur Pékin, au moyen de bio-indicateurs végétaux).

Regards sur quelques champs thématiques privilégiés

- La génomique végétale

Une rencontre entre chercheurs français de l'INRA et du CIRAD et des représentants et scientifiques chinois du ministère de la Science et de la Technologie (MOST), de la Fondation Nationale des Sciences, de l'Académie des Sciences, de l'Académie des Sciences Agricoles et de certaines universités de Chine a eu lieu à Hainan et à Shanghai en octobre 2001.

La rencontre, présidée du côté français par Marion Guillou et du côté chinois par M. Wang Shaoqi, Directeur des Relations internationales du MOST, avait pour objet de comparer l'état des recherches des deux pays dans le domaine des biotechnologies, en particulier en matière d'OGM : la Chine a acquis une expérience dans l'exploitation agronomique des plantes transgéniques et la France a de son côté développé des recherches sur la biosécurité.

Trois axes de collaboration ont été retenus :

• une coopération scientifique dans le domaine de la **génomique fonctionnelle du riz et du blé**, domaine dans lequel les deux pays ont développé des compétences de niveau comparable ;

• une expertise scientifique de la France vers la Chine dans **le domaine de la biosécurité alimentaire**, spécialement pour ce qui concerne **la traçabilité des** OGM et l'équivalence nutritionnelle et la sécurité des aliments OGM pour la nutrition animale ;

• dans le domaine du **flux de gènes entre populations** OGM **et non-**OGM, des expérimentations et des observations à réaliser en commun à partir des simulations effectuées sur les modèles théoriques développés à l'INRA.

Dans le domaine de la génomique végétale, les échanges se sont poursuivis avec l'accueil en France, sur invitation conjointe de l'INRA et d'Agropolis, de six responsables scientifiques chinois participant à un réseau national de génomique fonctionnelle. Neuf activités ont été retenues impliquant le CIRAD, l'INRA et Agropolis. Parmi lesquelles l'INRA a retenu **plusieurs champs de collaboration pour le blé :**

• plate-forme sur les facteurs de transcripteurs chez le riz ;

• développement de vecteurs innovants pour la génomique fonctionnelle du riz ;

• utilisation des vecteurs TAC pour la constitution de banques de grands fragments et le clonage positionnel des gènes d'intérêt ;

• qualité de la fibre du cotonnier et clonage positionnel ;

• développement d'un consortium international sur le blé ;
• étude de génomique fonctionnelle de traits spécifiques dans des variétés de blé ;
• étude du métabolisme de l'azote chez le blé en profitant des travaux réalisés sur le riz et *Arabidopsis* ;
• techniques de transformation du blé ;
• prospections/diversité des *Arabidopsis* en Chine.
...

Phanerochaete chrysosporium. Champignon dégradant la lignine.



Photo :H. Drouet

Métabolisme des champignons filamenteux
Les potentialités très réelles des champignons filamenteux du groupe des basidiomycètes comme outil de biotransformation de composés à noyaux aromatiques d'intérêt industriel (agroalimentaire, cosmétologie, pharmacologie) sont sous-exploitées faute d'une connaissance suffisante des agents biologiques et des mécanismes mis en œuvre. La coopération menée avec les équipes chinoises concerne la biotransformation. Ces travaux intéressent deux secteurs industriels différents : l'industrie papetière et celle des arômes.

- L'environnement

Pays caractérisé par une croissance rapide de sa population, l'exiguïté relative des terres effectivement cultivables et une forte pression liée aux activités anthropiques, la Chine est très sensible aux aspects environnementaux. Cette préoccupation apparaît de plus en plus dans la demande de coopération des instituts de recherche chinois. Leurs demandes multiples se retrouvent dans la diversité thématique des programmes de recherches avancées (PRA) conduits entre les laboratoires chinois et ceux de l'INRA :
• traitement des boues de station d'épuration par voies microbienne et végétale, préalablement à leur utilisation en agriculture ;
• traitement intégré des effluents en exploitation d'élevage porcin ; le procédé de traitement (lombricompostage) s'appliquerait aux élevages d'arrière-cour qui représentent 85% du cheptel chinois ;
• télédétection et diminution des crues dans le Hunan ; ce programme fait partie d'une thématique plus vaste développée avec la Chine sur les outils qu'apporte la télédétection pour l'analyse des ressources agricoles dans ce pays, l'état des milieux naturels (déforestation, aménagements hydrauliques des bassins fluviaux, surpâturage dans la Chine du Nord-Ouest...) ;
• sunphotomètrie et surveillance des aérosols et pollutions atmosphériques, programme qui concerne directement la climatologie et les effets de l'activité de l'homme tant dans les campagnes que dans les zones urbaines ;
• stockage et traitement des boues de station d'épuration urbaines Shanghai. Il s'agit du transfert d'une méthodologie (SBR) mise au point à l'INRA ;
• gestion de serres de productions potagères et florales. La diversité des climats de la Chine et l'importance de la demande implique une production en serres importante qui concerne l'optimisation des facteurs du milieu aussi bien dans le nord du pays (lutte contre le froid, le vent...) que dans le sud (lutte contre la chaleur, l'humidité...) ;
• étude de la pollution atmosphérique (Pékin)
...

Dans un premier temps, **un séminaire sur le compostage des déchets urbains et le devenir des boues résiduaires** a été organisé en 2002 à Shanghai, associant les équipes de l'INRA et celles de l'université de Tongji. Le séminaire s'est déroulé en amont du colloque sur l'eau (protection de la ressource et sur les procédés eau potable et assainissement) organisé dans le cadre du PRA Environnement (coordination : J-C. Levy) en novembre 2002 à Shanghai.

Les ressources forestières

Le quatrième inventaire forestier national de la Chine (1989-1993) établit la surface de terres pouvant être boisée à 262 millions d'ha, couvrant 28% de la surface émergée totale du pays. Près de 14% de cette superficie (133 millions d'ha) sont actuellement recouverts de forêts. Le volume sur pied total est estimé à environ 11 milliards de m³, dont 7,5 se trouvent dans des forêts à vocation commerciale. À la fin de 1994, la surface totale de plantations forestières atteignait 33 millions d'ha, ce qui représente la plus grande étendue mondiale de forêts artificielles : 72% du domaine forestier national relèvent du secteur public, les 28% restants appartenant à des collectivités ou à des particuliers. La Chine possède plus de 2 800 essences forestières, dont un millier sont utilisées à des fins industrielles, la moitié de ces dernières étant exploitées intensivement. Pourtant, malgré les ressources considérables que contiennent les forêts de ce pays, tant naturelles qu'artificielles, la demande nationale de bois et de produits ligneux excède l'offre en Chine ; au cours des années, la facture d'importation de bois rond, du bois de sciage, du contreplaqué et du bois de placage est montée en flèche.
D'autre part, cette forêt est très dégradée et doit être impérativement restaurée pour fournir la filière bois chinoise et arrêter les processus de désertification du pays.

Lit fluidisé de méthanisation.
Collaboration INRA Degremont.



Photo : R. Moletta

La technique SBR
La protection du milieu naturel et de la ressource en eau nécessite de traiter des effluents industriels et urbains.
La digestion anaérobie est un processus largement appliqué pour traiter les effluents industriels. L'objectif de la coopération avec la Chine est de mener une recherche sur l'application de la technologie SBR (Sequencing Batch Reactor) mise au point au laboratoire de biotechnologie de l'environnement de l'INRA à Narbonne.
Cette technique est caractérisée par le fait que les différentes étapes de dépollution (décantation, cultures de microorganismes) ont lieu en même temps dans le même réacteur. Appliquée aux effluents urbains et industriels, cette technique est particulièrement efficace pour le traitement des composés riches en azote et en carbone. De nombreux partenaires chinois, notamment dans les zones urbaines très industrialisées telles Shenzen, Shanghaï sont intéressés.

Depuis plusieurs années, l'INRA a de nombreux contacts et échanges avec la Chine, qui concernent divers aspects de la gestion forestière (entomologie, génétique, architecture). De nombreuses sollicitations parviennent d'institutions diverses (Administrations forestières d'État, Académie forestière de Chine, services forestiers des provinces). Le pays est très vaste et les réformes ont été accomplies de manières variables selon les endroits. Cet environnement riche et en évolution rapide se caractérise par la diversité des sujets traités avec les différentes institutions et provinces :

- exploration de la diversité des systèmes agroforestiers en Chine et des recherches connexes ;
- génomique de la formation du bois chez le peuplier hybride ;
- élaboration et suivi d'un programme d'amélioration génétique des peupliers pour la Chine du Nord-Est et la Mongolie intérieure. Projet FAO ;
- amélioration des peupliers pour la résistance aux insectes ;
- biologie, distribution géographique et structuration génétique des populations d'insectes ravageurs responsables des dommages aux forêts de pin du Yunnan ;
- protection des forêts sur le cours supérieur du Yang-Tse Jiang ;
- modélisation de l'architecture et de la croissance des plantes ;
- qualité des bois matériaux (composites, adhésifs, finitions) ;
- phylogénie dans le genre *Quercus* ;
- aide au reboisement forestier (mycorhizes, Mongolie intérieure et semences, Liaoning).

...

Académie d'Agriculture, laboratoire d'entomologie, Beijing (Pékin).



Photo : Sylvie Augustin

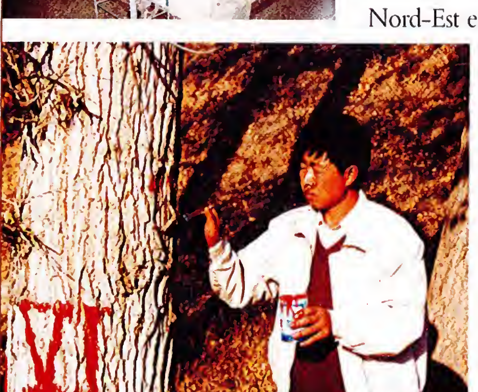


Photo : Marc Villar

Ces domaines prioritaires font l'objet de colloques permettant d'établir l'état de l'art dans le domaine traité et d'identifier les jeunes scientifiques chinois qui seront nos partenaires de demain :
- Filière blé, Pékin, octobre 1999
- Aquaculture en eaux marine et douce, en partenariat avec l'IFREMER, Wuhan, octobre 1999.
- Pathologie des agrumes, Kunming, juillet 1999.
- Télédétection, en partenariat avec le CNES, Pékin, mars 2000.
- Transformation et qualité des produits laitiers (laits, yaourts), Heilongjiang, juin 2001.
- Biotechnologie en agriculture et biosécurité, en partenariat avec le CIRAD, Hainan, octobre 2001.
- Environnement : compostage des déchets urbains et devenir des boues résiduaires, Shanghaï, novembre 2002.

La filière laitière

La coopération de l'INRA avec la Chine sur la filière laitière s'est mise en place en mars 2000. Deux provinces du Nord de la Chine, la Mongolie intérieure et le Heilongjiang sont concernées.

La Chine souhaite accroître le niveau de recherche de son industrie laitière. Le résultat attendu est la fourniture aux consommateurs chinois de produits de qualité accrue dans le but d'élever le niveau de vie et d'alimentation des populations : amélioration de la qualité et de la durée de conservation des laits liquides de consommation par utilisation de la technologie "micro-filtration", la production de laits infantiles spéciaux par incorporation de protéines spécifiques, et la production de yaourts et de fromages spécialement adaptés aux besoins des consommateurs chinois.

- En Mongolie intérieure, le partenaire chinois est la société Yili (entreprise agro-alimentaire spécialisée dans la transformation du lait, la plus importante de Mongolie intérieure). Les axes de coopération développés concernent la technologie laitière et l'élevage laitier. Pour la technologie laitière, il s'agit d'un appui aux développements de produits nouveaux basés sur l'utilisation de la microfiltration sur membrane et l'appui pour la création d'un centre de recherche Yili à Pékin. Pour l'élevage laitier, l'INRA fournira une expertise scientifique à la société Yili en vue de la mise en place de structures de démonstration-développement au niveau de la production laitière, c'est-à-dire une ferme pilote.
- Avec la province du Heilongjiang, les échanges portent sur la technologie de transformation des produits laitiers liquides, les yaourts. Les interlocuteurs sont la Commission pour les Sciences et la Technologie de la province et la société Longdan qui occupe une position dominante sur le marché local des produits laitiers.

Les deux provinces chinoises sont fortement demandeuses d'une technologie avancée et non d'une coopération scientifique impliquant des échanges de chercheurs. Les partenaires chinois intéressés sont des groupes industriels soutenus par les commissions d'État provinciales dont la vocation est de créer de nouveaux produits pour répondre à la demande du marché chinois. Les deux sociétés privées, Yili et Longdan, ont le désir de créer des laboratoires communs avec l'INRA. La demande correspond principalement à un transfert de technologie, sur le territoire chinois, de certaines technologies mises au point par l'INRA dans le domaine de la production et de la technologie laitière (microfiltration, application de l'utilisation de micro-organismes probiotiques ou de substances bioactives, séparation des protéines, yaourts et fabrication de fromages).

À défaut d'une implication scientifique avec des partenaires homologues (Instituts, universités, Académies), l'intérêt de l'INRA et de la France dans cette coopération peut résider dans :

- la formation de jeunes scientifiques chinois susceptibles d'être ultérieurement parties prenantes dans des programmes ;
- l'échange d'étudiants français à l'occasion de stages ;
- la vente de matériel industriel français pour l'équipement des nouvelles installations chinoises.

...

Isabelle Bordier,
René Lesel
Chargés du secteur Asie
Mission Relations internationales

Travailler à l'INRA

Le dispositif scientifique de l'INRA évolue

L'INRA poursuit son évolution scientifique de façon à renforcer et mieux équilibrer ses recherches en direction, et à l'intersection des trois champs majeurs de préoccupations que sont l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, dans une perspective de développement durable.

Cette évolution [1] s'insère dans un ensemble d'opérations complémentaires qui inclut :

- l'organisation proprement dite du dispositif scientifique
- une re-définition et la relance des transversalités
- l'identification de pôles forts dans les centres, en liaison avec l'enseignement supérieur et les autres organismes de recherche, permettant la mise en place d'outils collectifs structurants, au sein de réseaux de taille nationale et européenne
- l'évolution du dispositif expérimental de terrain, notamment pour son adaptation aux priorités de la recherche actuelle et la prise en compte des fonctions nouvelles d'observation, de conservation et d'expérimentation en partenariat
- une gestion active et anticipatrice des compétences.

On attend de l'ensemble de ces chantiers qu'ils permettent à l'INRA de poursuivre avec succès l'exercice de ses missions. L'élaboration en cours des schémas stratégiques de département et des schémas de centre en constitue deux composantes complémentaires importantes.

Le projet d'évolution du dispositif scientifique vient d'être publié [2] et fait actuellement l'objet de présentations dans les différentes instances de l'INRA. Son examen et sa mise en œuvre constitueront un des éléments importants de la vie de l'Institut au cours du deuxième semestre de 2003 et au début de 2004.

Son élaboration par le Collège de direction s'est appuyée sur de nombreux rapports (relatifs notamment aux recherches en nutrition, microbiologie, santé animale, physiologie animale, sciences sociales et action, développement durable…), élaborés par des personnalités externes et internes à l'INRA, puis discutés au sein du conseil scientifique et de certains conseils scientifiques de département. Ces rapports, dont la lecture est encouragée [3], ont bien mis en évidence les points forts de l'Institut, mais aussi les avancées qu'il avait à accomplir dans certains domaines scientifiques pour continuer à occuper sa place au niveau mondial.

La réorganisation entreprise vise à la fois la satisfaction d'objectifs finalisés, caractéristiques des missions de l'INRA, et une production scientifique de qualité reconnue au plan international. Il s'agit notamment de favoriser la prise en compte des préoccupations de "l'aval" (les questions que se pose le consommateur et, plus largement, la société) dans l'orientation des recherches "d'amont" (qui produisent la connaissance) et de pouvoir élaborer des propositions synthétiques, faisant appel à de nombreuses disciplines scientifiques, sur des sujets complexes tels que la sécurité des aliments ou la gestion écologique de l'environnement.

Pour y parvenir, et c'est là le cœur de la réorganisation entreprise, le choix a été fait :

- de regrouper, autant que faire se peut, les chercheurs d'une même discipline ou de disciplines proches, en identifiant **quelques grandes thématiques scientifiques fédératrices** (par exemple la plasticité des génomes pour les microbiologistes, ou les interfaces entre écosystèmes pour les écologues), justifiant leur rapprochement ;
- de rassembler au sein d'un même département de telles **communautés complémentaires de chercheurs, appelées à orienter leurs travaux vers de grandes finalités communes** (exemples : l'élevage ou l'alimentation humaine) **autour desquelles elles peuvent dialoguer et s'enrichir** ; l'expression de communautés scientifiques ayant des "affinités d'investigation" a également été utilisée. Chacun des nouveaux départements ainsi constitués aura donc à produire à la fois des connaissances génériques et des réponses aux questions des utilisateurs de la recherche, chacune des deux démarches devant inspirer l'autre.

Différents exemples peuvent être donnés des avantages d'un tel choix, pour chacun des nouveaux périmètres construits.

• Biologie animale et zootechnie : communauté centrée sur une approche de biologie intégrative des animaux d'élevage. Le rassemblement des "physiologistes" et des "zootechniciens" vise à orienter les recherches conduites sur les grandes fonctions physiologiques (nutrition, reproduction, croissance, lactation, comportement…) vers la mise au point de méthodes d'élevage "durables" et la compréhension des mécanismes impliqués dans l'élaboration des produits consommés par l'homme : viande des animaux terrestres ou chair des poissons, lait, œufs... Des interactions nouvelles entre fonctions ou des comparaisons fructueuses entre espèces, insuffisamment explorées aujourd'hui, y seront développées. Toutes les espèces animales sont concernées, ce qui aura également l'avantage de supprimer les barrières existant de fait entre les recherches conduites sur mammifères, oiseaux et poissons.
Les approches génétiques ont évidemment leur place dans une telle intégration ; c'est pourquoi, à défaut de les inclure dans le même département, elles seront étroitement coordonnées aux précédentes à travers des opérations telles qu'AGENAE et le partage possible de champs thématiques communs.

• **Microbiologie, santé animale et sécurité des aliments** : communauté rassemblant notamment des compétences génériques en microbiologie et d'autres disciplines (par exemple l'infectiologie), au service d'objectifs de sécurité biologique des aliments, de santé publique et de santé des animaux. Le but est de ne plus séparer les recherches sur la sécurité des aliments de l'homme et celles relatives à la santé animale, pour deux raisons au moins : les disciplines "appelées" par ces objectifs sont, pour une bonne partie, les mêmes (microbiologie et parasitologie, mais aussi immunologie ou épidémiologie), et la maîtrise des problèmes sanitaires des ali-

[1] Cette réorganisation est conduite en continuité du document d'orientation 2001-2004 et avec la toile de fond de la démarche prospective "INRA 2020" qui peuvent être consultés sur le site de la direction générale : http://www.inra.fr/dg/Orientation/DocumentOrientation. PDF et http://www.inra.fr/dg/presidence/Presidence_Note_INRA_2020.pdf

[2] Évolution du dispositif scientifique de l'INRA, 15 mai 2003, 15 p. : http://www.inra.fr/dg/college/Evol_Dispositif.htm

[3] Tous ces rapports sont disponibles à l'adresse : http://www.inra.fr/dg/college/ChantiersCollege/sommaire.htm

ments d'origine animale doit commencer dès l'amont, à travers la santé animale. D'autres arguments justifient aussi ce rapprochement, par exemple le fait que certaines zoonoses (maladies transmissibles de l'animal à l'homme) soient transmises par voie respiratoire, ou bien les problèmes de résistance aux antibiotiques, communs à l'homme et aux animaux. Autant de raisons pour considérer ensemble les problèmes relevant de la santé publique, humaine et vétérinaire.
Pour autant, on sait que la microbiologie alimentaire joue aussi de multiples rôles positifs dans la fabrication de certains aliments (notamment les aliments fermentés), l'élaboration de leurs propriétés organoleptiques, ... Le pari lancé à travers le regroupement des chercheurs impliqués dans ces thématiques et de ceux spécialistes des microbes pathogènes est de leur faire partager des approches scientifiques communes concernant par exemple, la plasticité des génomes microbiens ou l'écologie microbienne.
Enfin, ce département aura à jouer un rôle de coordination et d'animation des autres recherches en bactériologie conduites à l'INRA, notamment au niveau des sols et sur les agents pathogènes des végétaux.

• **Caractérisation et élaboration de la qualité des aliments** : communauté plus particulièrement compétente sur la biologie structurale appliquée aux aliments (et aux utilisations non-alimentaires des produits agricoles). On attend notamment de cette communauté, outre ses apports spécifiques sur la transformation des produits, qu'elle définisse, par ses approches physico-chimiques et structurales, les caractéristiques des aliments (ou des composés non-alimentaires) susceptibles d'orienter les travaux des départements d'amont en génétique et physiologie, végétales et animales. Le regroupement des technologues des produits animaux et végétaux traduit la volonté d'une optimisation scientifique des approches, assez peu dépendante de l'origine des produits, par exemple lors de l'étude des émulsions, des propriétés d'écoulement, de la fixation des arômes sur les matrices… ou pour la formalisation de certains savoir-faire. La complémentarité des compétences présentes dans ces deux ensembles doit être par ailleurs un facteur d'enrichissement mutuel.

• **Nutrition humaine, toxicologie et consommation** : périmètre englobant les trois volets de l'alimentation humaine que sont la consommation, la nutrition proprement dite et la toxicologie. Pour la première fois à l'INRA, ce nouveau département donnera une image exacte de ce que l'Institut réalise en faveur de l'alimentation humaine (sans oublier la connaissance des aliments traitée dans le périmètre précédent). Il s'agit là du rassemblement de trois communautés complémentaires : les spécialistes de la consommation (neurophysiologistes, spécialistes des perceptions sensorielles et de la régulation de l'ingéré alimentaire) dispersés à ce jour dans trois départements au moins, les nutritionnistes -spécialistes des phénomènes digestifs ou des effets des nutriments sur les fonctions cellulaires- travaillant déjà sur l'homme ou sur des modèles animaux de nature générique, et les toxicologues. Les finalités des recherches résident dans la connaissance des besoins nutritionnels de l'homme sain, dans la diversité de ses états physiologiques et de ses modes de vie, en pouvant lui proposer des aliments et des modes d'alimentation adaptés, contribuant à sa qualité de vie et au maintien de sa santé.

• **Écosystèmes forestiers, prairiaux et aquatiques** : communauté d'écologues développant les recherches conceptuelles et l'ingénierie écologique au service de la gestion durable des ressources et de la maîtrise des effets exercés par les interventions humaines (dites pressions "anthropiques"). Comme dans le cas précédent, ce périmètre permet un rassemblement véritablement nouveau de chercheurs, ici les écologues travaillant sur les milieux non-cultivés ou peu anthropisés, et leur donnera une lisibilité inexistante à ce jour. Il doit aussi favoriser les études des interactions entre, par exemple, les forêts, les prairies et les vertébrés sauvages qui les fréquentent ; il permettra de coordonner les approches d'écologie animale à l'INRA en rassemblant les recherches sur vertébrés, poissons et insectes, traitées jusqu'à maintenant dans plusieurs départements.
Ce regroupement volontaire autour de l'écologie conserve au département ses finalités en sylviculture et lui ajoute l'ingénierie écologique de l'ensemble des milieux non-cultivés ; il aura par ailleurs en charge l'animation des recherches en écologie conduites dans l'ensemble de l'INRA, notamment par les communautés spécialistes des agro-écosystèmes présentes dans les autres départements.

L'élaboration de ces cinq périmètres nouveaux est complétée par le lancement d'une réflexion sur les **approches intégratives en biologie végétale** [4] qui sera surtout mise en œuvre en 2004. Dans l'immédiat, deux réflexions de nature transversale différente sont mises en chantier :
• l'une sur la nécessité de renouvellement et de développement de la **modélisation comme démarche de recherche**, face à la complexité croissante qui caractérise l'ensemble de nos objets d'étude ;
• l'autre sur **l'articulation à développer entre sciences biotechniques et sciences sociales**, qui devrait constituer un atout majeur de l'INRA.

Au-delà des responsables spécifiquement en charge des cinq nouveaux périmètres, tous les chefs de département sont donc appelés à élaborer leur nouveau schéma stratégique en fonction de ces objectifs. C'est la raison pour laquelle tous ont reçu de la directrice générale une **lettre de mission** [5] pour cette phase d'instruction qui se déroulera jusqu'en février 2004.

Le collège de direction est maître d'ouvrage de cette opération. Pour aider les chefs de département, et leurs équipes, dans leur travail d'élaboration des périmètres, le collège a défini en son sein des interlocuteurs privilégiés (voir tableau).

Pour le *Collège de direction*,
Bernard Sauveur

Périmètre thématique	**Responsable** [6]	**Interlocuteurs du Collège**
• Biologie animale et zootechnie	P. Chemineau	**J.M. Elsen**, G. Pascal
• Microbiologie, santé animale et sécurité des aliments	G. Aumont	**J.M. Elsen**, G. Pascal
• Caractérisation et élaboration de la qualité des aliments	P. Colonna	**G. Pascal**, G. Riba, J.M. Elsen
• Nutrition humaine, toxicologie et consommation	X. Leverve	**G. Pascal**, J.M. Elsen
• Génétique animale	D. Boichard	**J.M. Elsen**
• Écosystèmes forestiers, prairiaux et aquatiques	F. Houllier	**P. Stengel**
• Environnement et agronomie	L. Bruckler	**P. Stengel**, G. Riba
• Santé des plantes et environnement	P. Ricci	**G. Riba**, P. Stengel
• Génétique et amélioration des plantes	M. Lefort	**G. Riba**
• Biologie végétale	M. Lebrun	**G. Riba**
• Mathématique et informatique appliquées, bioinformatique et modélisation	B. Goffinet	**J. Boiffin**, J.M. Elsen, P. Lacombe
• Économie et sociologie	H. Guyomard	**P. Lacombe**, P. Stengel
• Acteurs, gestion et décisions	J.M. Meynard	**P. Lacombe**, J. Boiffin

Calendrier des différentes étapes

2003
Mai : première présentation du projet au conseil scientifique ;
Juin - juillet : mise en discussion dans les conseils scientifiques de département et présentation devant les instances et assemblées : conseil d'administration, comité technique paritaire, présidents de centre, directeurs d'unité réunis en cinq sites régionaux ;
Septembre : avis du conseil scientifique sur les "périmètres thématiques" proposés et définition par la direction des départements correspondants ;
Octobre et novembre : présentation à la direction générale, lors des "directoriales", des projets de schémas stratégiques de département et des propositions de rattachement d'unités ; information du conseil scientifique ;
Décembre : nouvelle information du conseil d'administration.

2004
Février : avis du conseil scientifique sur les missions à confier aux chefs de département et nomination de ces derniers ;
Mars - avril : validation des schémas stratégiques de département et remise de lettres de mission aux chefs de département ; nouvelle information du comité technique paritaire.

[4] Cf. le texte de Guy Riba : http://www.inra.fr/dg/college/ChantiersCollege/QuestionsGenomique.pdf

[5] Les lettres de mission sont également consultables sur le site de la direction générale : http://www.inra.fr/dg/college/Projets_LM_2003.pdf

[6] Certains responsables seront assistés par des collègues plus particulièrement en charge de certains aspects (ex : microbiologie, C. Gaillardin).

Travailler à l'INRA

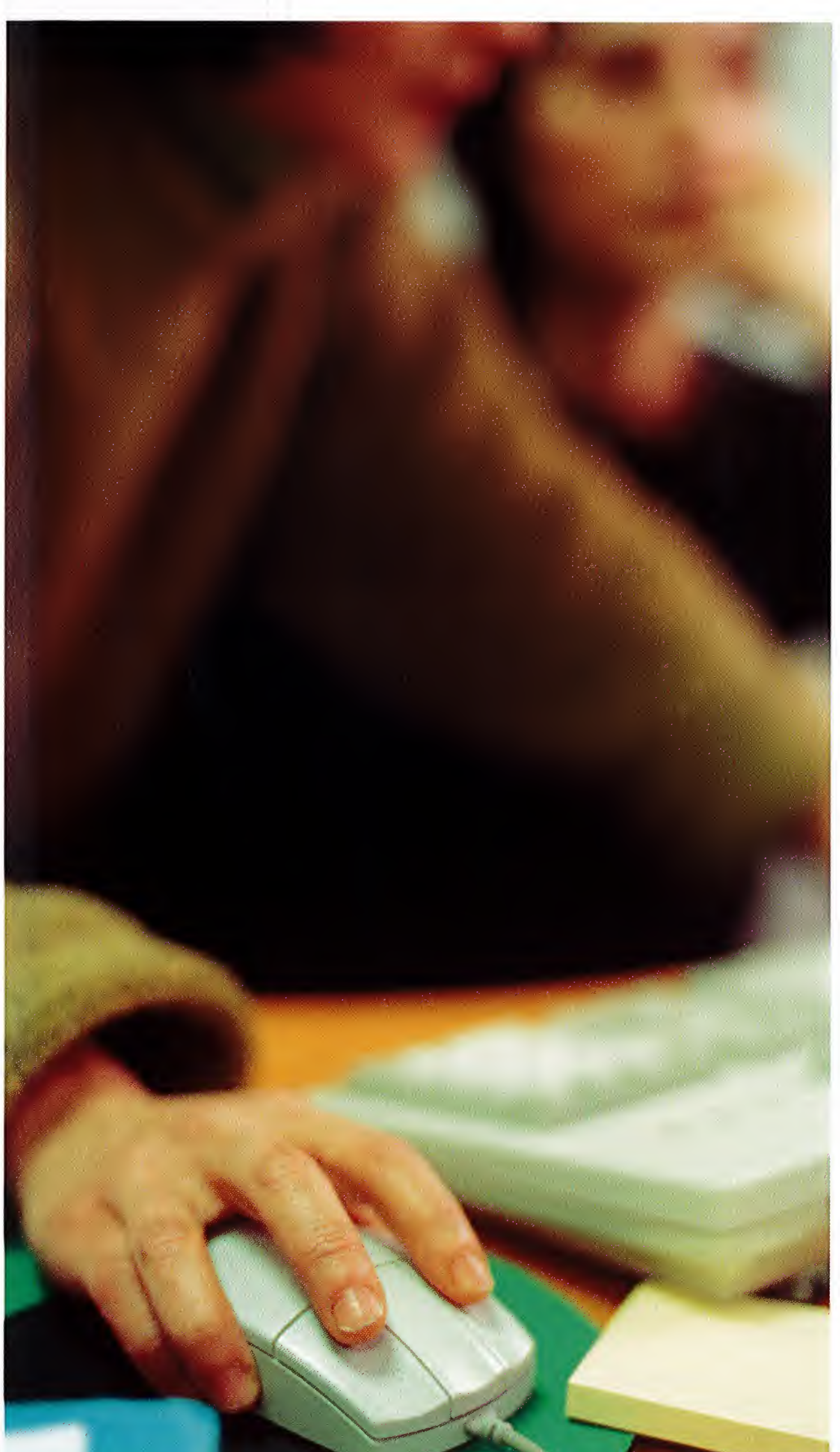


Photo : Christophe Maître

Nominations

Direction scientifique

Société-Économie-Décision

À compter du 1er janvier 2003 et pour 4 ans, **Bernard Hubert** est nommé directeur scientifique adjoint de la direction scientifique (SED) et chargé, pour l'INRA, d'une mission transversale sur le développement durable. NS 2003-25 du 21 février 2003.

Direction des Ressources humaines

À compter du 1er février 2003, **Clara Bacchetta** est nommée chef du service "Recrutement et trajectoires ITA" de la Direction des Ressources humaines en remplacement de **Michel Barnoud**. NS 2003-04 du 15 janvier 2003.

Départements

Biométrie et Intelligence Artificielle

Bruno Goffinet est nommé chef du département Biométrie et Intelligence artificielle, à compter du 15 février 2003 et pour 4 ans. NS 2003-24 du 17 février 2003.

Nutrition, Alimentation et Sécurité des Aliments

Xavier Leverve est nommé chef du département Nutrition, Alimentation et Sécurité des Aliments, à compter du 1er février 2003 et pour 1 an. NS 2003-24 du 17 février 2003.

Biologie végétale

Michel Lebrun est nommé chef du département Biologie végétale, à compter du 15 février 2003 et pour 4 ans. NS 2003-24 du 17 février 2003.

Économie et Sociologie rurales

Hervé Guyomard, continue à exercer ses fonctions de chef du département Économie et Sociologie rurales, à compter du 1er janvier 2003 et dans l'attente d'une décision du Conseil scientifique. NS 2003-24 du 17 février 2003.

Travailler à l'INRA

Santé des Plantes et Environnement

À compter rétroactivement du 1er janvier 2002 et pour 4 ans, **Thierry Candresse** et **Philippe Lucas**, professeur à l'ENSA de Rennes, sont renouvelés dans leurs fonctions de chef de département adjoint du département.
À compter rétroactivement du 1er septembre 2002 et pour 4 ans, **Pierre Leroux** est nommé chef de département adjoint du département.
NS n°2003-21, du 14 février 2003.

Forêts et Milieux naturels

François Houillier continue à exercer ses fonctions de chef du département Forêt et Milieux naturels, à compter du 1er mai 2003 et dans l'attente de l'avis du Conseil scientifique. NS 2003-44 du 16 juin 2003.

Hydrobiologie et Faune sauvage

Benoît Fauconneau continue à exercer ses fonctions de chef du département Hydrobiologie et Faune sauvage, à compter du 1er juillet 2003 et dans l'attente de l'avis du Conseil scientifique. NS 2003-44 du 16 juin 2003.

Centres

Nantes

À compter du 1er février 2003 et pour 4 ans, **Jean-François Thibault** est prorogé dans ses fonctions de président du centre de Nantes et délégué régional pour la région Pays de la Loire.
NS 2003-16, du 11 février 2003.

Antibes

À compter du 1er janvier 2003 et pour deux ans, **Jean-Michel Rabasse** est prorogé dans ses fonctions de président du centre.
NS 2003-46 du 17 juin 2003.

David Charamel est le nouveau délégué Communication du centre d'Antibes et administrateur de l'infoservice.

Mission Communication

À compter du 22 avril 2003, **Sylvie Colleu-Gourvennec** est nommée chef du service de presse au sein de la mission Communication, en remplacement de **Marie-Thérèse Dentzer**, chargée de mission pour le conseil et la formation en matière de relations-média, auprès de la directrice de la mission Communication.
NS 2003-34 du 31 mars 2003.

Structures

Génomique et physiologie de la lactation

Génétiquement parlant, la lactation est le résultat de l'expression d'une hérédité qui détermine la quantité et la qualité du lait, produit après la parturition chez les femelles des mammifères. Les recherches qui en découlent portent sur la sélection des animaux présentant les meilleures aptitudes pour la qualité du lait, la facilité de traite, la résistance aux mammites. La recherche de gènes ou de régions chromosomiques responsables de ces caractères est un objectif majeur pour les **généticiens**.

Pour les **physiologistes**, la lactation est le résultat de l'action des hormones qui contrôlent la différenciation et le fonctionnement de la glande mammaire. Leurs recherches ont pour but de comprendre les mécanismes d'activation de l'expression des gènes codant pour les protéines du lait et les mécanismes de fonctionnement sécrétoire.

La lactation, pour les **technologues**, est d'abord la source de la matière première qui va être utilisée pour toutes les transformations en produits alimentaires. La connaissance des propriétés des constituants du lait, ou plutôt "des laits" puisque pour chaque espèce de mammifères la composition du lait est différente, est primordiale aussi bien pour adapter le lait à la consommation humaine que pour le transformer.

Trois disciplines et trois définitions : "à chacun sa vérité"… ou plutôt, à chacun sa vision de la lactation ?

Cinquante ans après la double hélice [1]

Depuis sa création, le centre de Jouy a vu se développer de nombreuses recherches sur la lactation [2]. Les connaissances sur le génome ont largement progressé. Parallèlement, les biologistes comprennent de mieux en mieux le fonctionnement cellulaire qui contribue à la fabrication d'un produit. L'intégration de ces nouvelles données nous permettra d'avancer dans la compréhension des mécanismes du vivant et dans l'application de ces connaissances à l'alimentation et à la santé humaine.

C'est dans cet esprit que plusieurs équipes du CRJ, des départements "Génétique animale", "Physiologie animale" et "Transformation des produits animaux", se sont regroupées autour de l'étude de la glande mammaire et du lait pour former l'unité Génomique et Physiologie de la Lactation (GPL). Objectifs de cette unité : "étudier les facteurs génétiques et environnementaux qui conditionnent la mise en place et le fonctionnement sécrétoire du tissu mammaire, ainsi que la formation des structures supramoléculaires des constituants du lait". L'unité est organisée en 3 équipes (Transduction du signal et activation du génome, Génomique expressionnelle et lait, Transports cellulaires) et 2 plates-formes (Microscopie électronique, Instrumentation et compétences en transcriptomique). Elle comprend 20 personnes ainsi que des étudiants.

Les dialogues scientifiques à propos de gène, de fonction et de produit sont ouverts. D'après Jouy info recherche, n°176, mars 2003.

Michèle Ollivier-Bousquet
Génomique et Physiologie de la Lactation, Jouy-en-Josas

1 Watson et Crick, *Nature*, 171, 25 avril 1953, pp. 737-738
2 Microbiologie et recherches laitières 1954 - G. Mocquot ; Génétique animale 1962 - J. Poly ; Physiologie de la lactation 1963 - R. Denamur.

Erratum

Dans la rubrique "Nominations" du n°115, veuillez lire : le département **Élevage et Nutrition des Animaux** : à compter du 1er Juillet 2002, et pour une durée de 4 ans, **Yves Chilliard**, est nommé chef de département adjoint.

Retraités

Si vous désirez continuer à recevoir *INRA mensuel*, bien évidemment à titre gratuit, lorsque vous partez à la retraite, faites-nous le savoir en indiquant votre adresse même si celle-ci n'a pas changé. *INRA mensuel* Mission Communication 147, rue de l'Université 75338 Paris cedex 07.

La pollution des sols : mieux connaître le devenir de certaines substances organiques

L'expérience d'une "jeune équipe" de chercheurs

Le statut jeune équipe

Depuis quelques années, l'INRA offre la possibilité à de jeunes chercheurs de se regrouper au sein d'une même unité afin de constituer de jeunes équipes travaillant sur des thèmes en émergence. La durée de ces projets est de trois années, à l'issue desquelles l'équipe est reconduite ou non.
Créée en 1999 au sein de l'unité de Phytopharmacie et Médiateurs chimiques (centre de Versailles-Grignon) la jeune équipe "Xénobiotiques et Environnement" a obtenu le soutien des directions scientifiques Plantes et Produits du Végétal et Environnement, Forêt et Agriculture. Elle a été intégrée à l'IFR EGER (Institut fédératif de recherche Environnement et Gestion de l'Espace rural [1]) mis en place par André Mariotti. Outre un soutien financier, l'équipe a bénéficié du détachement d'un enseignant chercheur de l'ENSCP, Claude Jolivalt, pendant deux années. L'équipe était ainsi composée de 3 chercheurs, 4 ingénieurs et 2 adjoints techniques.

Cet article décrit le projet scientifique porté par cette nouvelle structure et illustre ses résultats par quelques faits marquants.

Le projet scientifique

Le devenir des polluants organiques dans l'environnement est devenu en quelques décennies un problème environnemental majeur. Les sols jouent un rôle prépondérant. Supports des activités humaines, ce sont les premiers milieux exposés aux xénobiotiques. Leur


Photo : Bertrand Nicolas

des hydrocarbures en mélange.
Nous avons également déterminé la structure cristalline d'une laccase non dénaturée donc fonctionnelle. Cette laccase possède un substrat dans son site actif ; ce qui permet d'étudier la nature des interactions enzyme-substrat. Enfin, nous avons réussi à faire s'exprimer de la laccase de *T. versicolor* chez la levure *Yarrowia lipolytica* qui apparaît comme un outil de production efficace des laccases fongiques.
L'ensemble de ces résultats permettra de concevoir une stratégie d'évolution moléculaire de l'enzyme avec des applications en biodépollution. D'autre part, nous avons montré que la production des laccases était induite par divers polluants d'origine agricole ou industrielle. Ce résultat suggère leur utilisation comme biomarqueur d'exposition utilisable pour évaluer l'écotoxicité des sols.

capacité de rétention induit une certaine inertie qui se traduit par le relargage progressif des polluants adsorbés. L'objectif de ce projet était de contribuer à mieux prévoir la biodisponibilité des polluants organiques dans les sols.
La biodisponibilité est une notion globale représentant la fraction de polluant susceptible d'être dégradée par les organismes du sol et également capable d'exercer un éventuel effet toxique. Elle intègre à la fois des facteurs abiotiques et biologiques d'où la constitution d'une équipe pluridisciplinaire.
Cette meilleure prévision repose à la fois sur la connaissance des micro-organismes qui dégradent les polluants et sur une meilleure compréhension des mécanismes qui régissent les échanges de solutés entre les phases solides et liquides des sols. Concernant les facteurs biologiques, nous nous sommes intéressés aux champignons filamenteux possédant des systèmes enzymatiques intra et exo-cellulaires capables d'attaques oxidatives. Concernant les facteurs abiotiques, nous avons étudié le couplage entre l'adsorption des polluants et les phénomènes de transport et avons développé des outils pour caractériser la structure des sols à partir de la granulométrie laser.
Dans ce contexte, l'épandage des produits phytosanitaires, la valorisation agricole des déchets urbains contenant des micropolluants organiques et les pollutions industrielles (site de production, accidents...) sont les trois grandes voies d'exposition des sols à la pollution. Travaillant sur ces différentes voies, l'équipe a acquis un savoir-faire pour l'étude des couplages entre processus, pour l'étude des réactions de biotransformation et pour la définition de nouveaux outils de caractérisation des sols.

Les faits marquants

• Devenir et impact écotoxicologique dans les sols de substances perturbant le système endocrinien telles que les nonylphénols

Les nonylphénols, issus de la dégradation des éthoxylates, sont abondamment utilisés de par le monde en tant que détergents non-ioniques. Ces composés, perturbateurs endocriniens avérés, sont souvent rejetés dans les eaux résiduaires et s'accumulent dans les boues d'épuration urbaines et industrielles. Il existe relativement peu de données concernant le devenir et les effets des nonylphénols dans les sols, alors que la majeure partie des boues d'épuration est valorisée par épandage sur les terres agricoles.
Nos études ont donc contribué à évaluer l'impact écotoxicologique de l'épandage de ces boues, riches en polluants organiques. Nous avons montré que dans un sol agricole, le nonylphénol à la dose de 40 ppm était rapidement dégradé, essentiellement par minéralisation. Cependant, une fraction importante de ce composé reste dans le sol sous forme de résidus non extractibles. La biodégradation du nonylphénol dans le sol est ralentie lorsque ce composé est apporté par les boues.
Nous avons isolé et identifié plusieurs souches fongiques dans les mélanges sol/boues, qui toutes sont capables de transformer le nonylphénol. Le nonylphénol est transformé à la fois par minéralisation et par polymérisation. Cette dernière voie peut constituer un des mécanismes impliqués dans la formation des résidus non extractibles dans les sols.
Le nonylphénol, à faible dose, induit la production des exoenzymes fongiques. À forte concentration, il a un impact sur la reproduction et la croissance fongique. Ce composé est donc susceptible d'induire des effets non intentionnels sur les micro-organismes de l'écosystème "sol".

• Caractérisation des laccases, enzymes fongiques de bio transformation [2]

Les laccases sont des enzymes oxydases contenant des atomes de cuivre produites par certains champignons filamenteux parfois phytopathogènes. Sur le plan agronomique et environnemental, elles interviennent dans les réactions de virulence fongique contre la plante-hôte, dans la dégradation de la lignine, ainsi que dans les biotransformations qui modifient le devenir de nombreux xénobiotiques comme les pesticides. En outre, les laccases possèdent un potentiel industriel intéressant, notamment dans la dépollution des sols et des eaux et le génie des procédés. Bien que ces enzymes soient abondamment étudiées, l'optimisation de leur activité nécessite encore des études complémentaires qui concernent leurs propriétés catalytiques, leur mode d'action et leur structure. Nous nous sommes donc efforcés de compléter nos connaissances sur les laccases d'un champignon, *Trametes versicolor*, dans ces trois domaines.
Par ailleurs, l'activité des laccases constituerait un des mécanismes impliqués dans la formation de résidus non-extractibles dans les sols par des composés phénoliques. Nous avons également étudié l'action des laccases lors de l'oxydation des hydrocarbures aromatiques polycycliques, polluants industriels trouvés en grande quantité sur les sites des anciennes usines à gaz. Pour la première fois, il a été montré que les laccases oxydaient la plupart



Photos : Christian Mougin
Trametes versicolor.

• Intérêt de la granulométrie laser pour caractériser les sols

L'acquisition, via le département Santé des Plantes et Environnement, d'un granulomètre laser complète le dispositif important de caractérisation des sols disponible sur le site de Versailles-Grignon. Cet appareil fournit la répartition granulométrique de sols sur une très large gamme de taille allant de 40 nm à 2 mm. Une étude méthodologique systématique a été réalisée pour la préparation des échantillons, l'acquisition de la mesure, en particulier le choix du modèle optique et enfin l'ex-

Travailler à l'INRA

ploitation des données. Les résultats obtenus associés au fractionnement granulométrique ont été confrontés avec succès aux techniques de microscopie électronique de l'unité de Science du Sol de Versailles. Plus simple d'utilisation et plus riche d'information que les techniques classiquement utilisées (sédimentation tamisage), cet outil est bien adapté au suivi des modifications structurales des sols soumis à des contraintes extérieures. Il permet par exemple de suivre la migration de particules colloïdales dans les différents horizons de sol.

• Étude du couplage entre l'adsorption et le transport de soluté en milieu poreux

Un milieu poreux hétérogène modèle a été réalisé, constitué de grains de sable enrobés de multicouches de microparticules poreuses réactives. Ce milieu se caractérise par trois tailles caractéristiques : celle des grains, celle des micro-particules et l'épaisseur de la couche de particules. La dispersion hydrodynamique de traceur inerte (eau tritiée) est directement reliée à la structure du milieu, en particulier le caractère non gaussien des courbes d'élution révèle les hétérogénéités du milieu. L'élution d'un traceur réactif (lindane) mesurée à différents débits renseigne sur le couplage adsorption/transport.

En conclusion, ce projet a permis la mise en place d'un réseau de partenaires dépassant le cadre d'EGER pour l'étude des mécanismes élémentaires régissant la biodisponibilité des polluants dans les sols. Le devenir de l'équipe s'inscrit dans les projets EGER et BIOGER mis en place à Grignon.

Véronique Chaplain,
Phytopharmacie
et Médiateurs chimiques, Versailles
chaplain@versailles.inra.fr

[1] Voir également la rubrique "INRA partenaire" dans ce numéro le texte sur l'inauguration du nouveau bâtiment du pôle d'enseignement et de recherche EGER.

[2] Voir *INRA mensuel* n°115, décembre 2002 "Des enzymes de champignons filamenteux pour épurer l'eau polluée par des pesticides".

Disparitions

Alain Kermarrec

Le 21 avril 2003, lundi de Pâques -période où la chasse aux crabes de mangrove promet tant de festins traditionnels en Guadeloupe, Alain Kermarrec nous a dit au revoir, après 20 mois de lutte courageuse contre un "crabe" d'une autre espèce. Il était âgé de 59 ans.

D'un père breton, libraire et d'une mère flamande, artiste, Alain est né à Montauban. Mais c'est à Oostende en Belgique que sa famille s'installe. Imprégné de livres et de peintures -le célèbre peintre flamand James Ensor était un grand ami de la famille- , Alain dispose dès l'enfance des atouts de curiosité intellectuelle et de culture éclectique pour devenir chercheur et citoyen du monde.

En 1969, au cours de sa 3e année de spécialisation à l'Agro-Montpellier dont il sortira major, il est recruté comme ACS par l'INRA. Très vite, il a l'audace de s'intéresser aux nématodes, groupe à la taxonomie nouvelle et ingrate, mais aussi modèle de diversité adaptative dans les parasitismes humain, animal et végétal. Sa thèse, réalisée au laboratoire de nématologie de l'INRA d'Antibes, préfigure les stratégies de lutte biologique. Il montre ainsi les possibilités d'utiliser des champignons nématophages pour limiter certaines populations de nématodes parasites des cultures de champignons de couche. L'originalité de ce travail réside dans l'exploitation de la propriété de ce champignon de capturer le nématode au "lasso" dans ses hyphes. Son sens de la synthèse et son coup de crayon précis et harmonieux sont très tôt valorisés. Ainsi, en 1972, il se voit confier la rédaction du chapitre "Némathelminthes et Nématomorphes" de l'*Encyclopaedia Universalis.*

Sous l'impulsion visionnaire de son PDG de l'époque, Raymond Février, l'INRA renforce au début des années 70 son seul dispositif de recherche en milieu tropical : le centre de recherches agronomiques des Antilles et de la Guyane.



Élément de ce renforcement, Alain Kermarrec est muté au CRAAG, le 1er septembre 1971, à la station de Zoologie et de Lutte biologique, dont il prendra la direction dès 1972. Cette fonction, il l'assumera durant 28 années, terminant par le regroupement d'équipes de plusieurs départements dans l'unité de recherches en Production végétale.

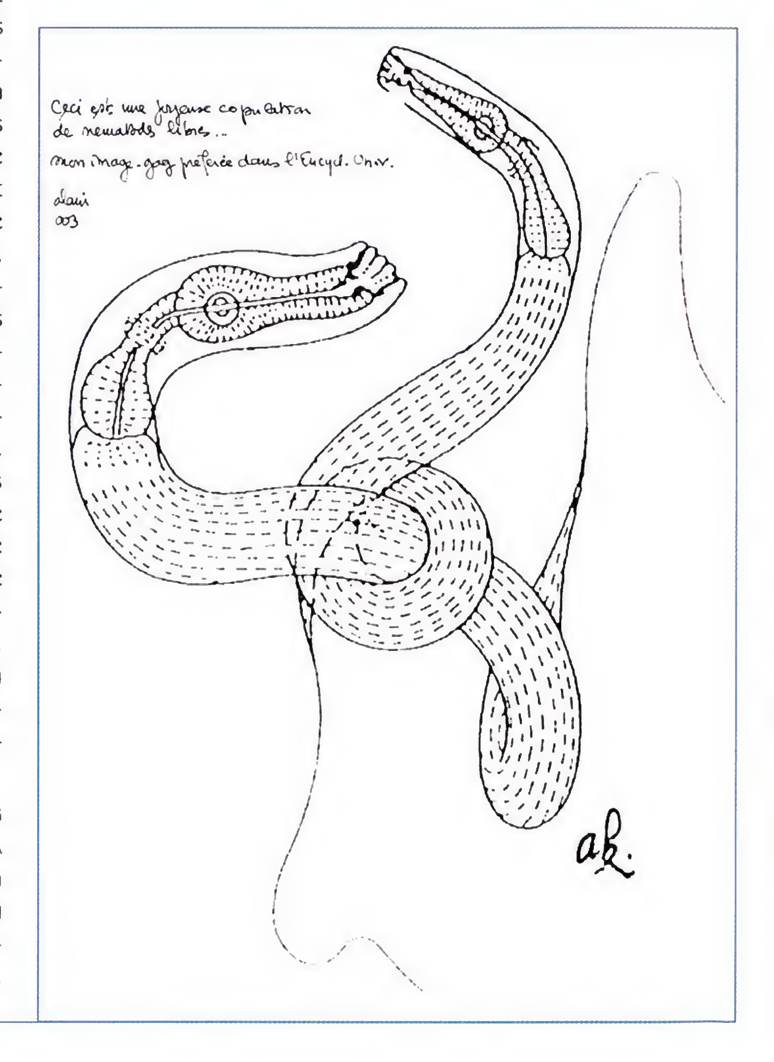
Alain ressent très tôt la nécessité d'aborder les interactions "hôtes-parasites-biorégulateurs", aux perspectives prometteuses mais complexes, en particulier en milieu tropical et insulaire. Toutefois, il comprend que ces enjeux ne peuvent être assumés par une équipe réduite et construit des réseaux de collaboration, à l'INRA, entre les instituts de recherche français et dans la Caraïbe.

Sous sa direction, et dans cet esprit, son équipe obtient des résultats marquants en lutte biologique tels que :

• le contrôle du psylle vecteur du "greening", de la mineuse et de l'aleurode noire des *Citrus* par introduction d'hyménoptères parasites (*Taramixia radiata, Agienaspis citricola et Encarsia opulenta*)

• le contrôle de la cochenille de l'hibiscus par l'introduction d'un prédateur, la coccinelle *Cryptolemus montrouzieri* et d'un parasitoïde, la petite guêpe *Anagyrus kamali*

• le contrôle du charançon de la banane *Cosmopolites sordidus* par la mise au point d'un attracticide biologique



couplant une phéromone attractive et un nématode entomopathogène *Steinernema carpocapsae*.

Dans le cadre de la coopération internationale, il impulse la création d'un laboratoire de lutte biologique en République Dominicaine. Au-delà du transfert de connaissances, ce programme permet d'avancer dans la lutte contre le charançon des *Citrus* (*Diaprepes abbreviatus*) ; le parasitoïde oophage *Ceratogramma etiennii* utilisé dans cette lutte, nouvelle espèce originaire de la Guadeloupe, sera également introduit en Floride.

Il aura aussi beaucoup œuvré pour sensibiliser aux risques liés à l'introduction d'espèces en milieu insulaire fragile et tenté de circonscrire le problème posé par la présence "fortuite" en Guadeloupe de la fourmi "manioc" *Acromyrmex octospinosus*.

Ces travaux sur la lutte biologique ne sont pas fondés que sur l'envie de connaissances ou la production de techniques élégantes : il lui tient à cœur de mettre en œuvre des alternatives à l'emploi de pesticides, et il cultive dans ses jardins secrets des incursions en écologie. Le recul force à admettre que ces actions, parfois jugées dispersives sur l'instant, étaient dictées par un courage et une pertinence anticipative.

Ainsi, son implication dans l'animation de l'action DGRST interdisciplinaire "Mangrove" (1978-80) permet de mettre en relief l'importance fonctionnelle de cet écosystème, connecté avec l'activité humaine, aussi bien dans son rôle de "maternité" des poissons et crustacés, que de réservoir de parasites humains, ou de récepteur des polluants. L'intérêt de cet écosystème est devenu l'un des arguments scientifiques rassembleurs lors de la création de l'Unité de formation et de recherche (UFR) des Sciences exactes et naturelles de l'université des Antilles et de la Guyane, et de celles de la Réserve naturelle du Grand Cul-de-Sac Marin, puis du Parc national de la Guadeloupe, qui intègre la protection des écosystèmes côtiers. Il aura participé activement aux Conseils scientifiques de ces trois entités.

Nourrissant, par sa spécialité, de nombreux contacts avec les chercheurs et les acteurs de l'industrie des produits phytosanitaires, il perçoit très tôt le danger d'appliquer des pesticides rémanents et prend l'initiative d'une expertise de leurs impacts dans les chaînes alimentaires. Cette étude souligne, dès 1980, les prémices d'une catastrophe annoncée : les pesticides organo-chlorés, très rémanents, sont la première question de pollution grave des eaux et des sols affectant aujourd'hui les Antilles françaises. Le "rapport Kermarrec", mal perçu à l'époque, est aujourd'hui la seule référence "anticipative" pour les services de l'État qui ont à gérer les risques liés à cette pollution.

Alain Kermarrec reste, avant tout, une référence mondiale en nématologie : nématodes parasites des plantes, des insectes, des hommes, il aura touché avec pertinence à toutes ces composantes, rassemblées dans le 3e congrès international de nématologie qu'il organise en 1996 à la Guadeloupe. Cette notoriété ne l'empêche pas de déléguer : la nématologie aux Antilles est depuis plus de huit ans organisée en réseau inter-instituts et animée par son ami P. Quénéhervé de l'IRD.

Il demeurera l'une des figures marquantes de la recherche agronomique en milieu tropical et du rôle de l'INRA dans ce contexte. Sans revendiquer une recherche spécifiquement tropicale, il a su mettre en œuvre des connaissances et des outils de recherche généraux, en réseau, pour répondre aux besoins spécifiques d'assemblage, mais aussi de recherches novatrices que requièrent les milieux insulaires tropicaux : dosages des mécanismes, épidémiologies complexes, caractérisation d'une biodiversité aussi abondante que fragile par ses lacunes, sont autant de chantiers qu'il aura ouverts.

Et puis, s'il en agaçait plus d'un avec ses formulations à la subtile limite entre les idées scientifiques et les "slogans", il savait qu'elles étaient efficaces pour convaincre des partenaires de co-financer les recherches de son équipe, qui a toujours eu les moyens de ses ambitions, pour défendre fidèlement ses collaborateurs et pour mettre en valeur la qualité et les vertus d'anticipation des recherches de l'INRA. Ce que savent mal faire les Français, mais bien faire les Hollandais et les Anglais. Du reste, Alain pratiquait couramment le néerlandais et le flamand et poussait la perfection de l'oral jusqu'à apprécier leurs différentes bières.

Yves-Marie Cabidoche
Unité de recherche Agropédo Climatique
complété par *Hervé Mauleon*
et *Jean-Paul Torregrossa*,
Unité de recherche en Productions végétales, ex labo d'Alain Kermarrec

Stéphane Hénin

Cet agronome, physico-chimiste de formation, à la retraite, s'était consacré aux sciences du sol. Il est décédé le 4 juin dernier. Son témoignage est paru dans le premier numéro d'"Archorales".

Évaluation

Du Secrétariat général à l'Évaluation à la Délégation à l'Évaluation

L'INRA porte à l'évaluation une attention toute particulière. Comme pour les autres organismes de recherche publique, il s'agit de s'assurer de la qualité des recherches conduites ainsi que de celle des autres travaux qui concourent aux missions de l'Institut (expertise, formation, gestion et animation de la recherche, valorisation et diffusion…). Par le choix des méthodes et des critères mis en œuvre, l'évaluation doit contribuer à soutenir les dynamiques scientifiques et encourager les équipes et les personnes à s'engager dans des actions qui couvrent l'ensemble de ces missions.

Depuis la mise en place des Commissions scientifiques spécialisées (CSS), l'INRA a précisé son dispositif. Le chantier "Évaluation" mené en 1998-1999 avait affirmé les missions du Secrétariat général à l'Évaluation (SGE) en identifiant des évolutions à conduire. Les résultats déjà obtenus et la volonté de l'Institut de pouvoir s'appuyer sur un processus d'évaluation lisible et performant, en phase avec ses objectifs et ses besoins, conduisent à renforcer ce service et à le constituer en une **Délégation à l'Évaluation (DÉv)**. La responsabilité de cette délégation est confiée à **Élisabeth de Turckheim** qui était chef du département Biométrie et Intelligence artificielle, nommée déléguée à l'évaluation pour un mandat de 4 ans, à compter au 1er janvier 2003 ; elle remplace **Olivier Philipe**, détaché auprès du CIRAD en qualité de directeur de la Gestion des Ressources humaines pour 3 ans.

Les missions générales confiées à cette nouvelle délégation sont :

- apporter un soutien méthodologique aux évaluations construites par l'Institut et veiller à leur cohérence et à leur articulation,
- organiser des bilans réguliers des processus d'évaluation ainsi que des résultats du dispositif d'évaluation dans son ensemble
- mettre à la disposition de l'Institut ces informations et ces analyses pour irriguer l'analyse stratégique et la gestion des compétences
- proposer des évolutions des méthodes et des procédures d'évaluation.

Concernant les évaluations individuelles des chercheurs, il s'est agi tout d'abord de renouveler les membres des CSS pour la période 2003-2006, selon les nouveaux contours des CSS tels que fixés dans l'arrêté du 22 octobre 2002. La directrice générale a rencontré le 24 avril les nouveaux présidents des nouvelles CSS. La campagne 2003, qui avait été retardée de quelques mois, reprend donc cet été avec les réunions plénières des CSS prévues entre mi-octobre et mi-décembre.

Dès 2004 une évaluation-conseil sera mise en place pour les ingénieurs, à partir du bilan en cours des méthodes expérimentées par les Commissions d'évaluation des ingénieurs (CEI) en 2001 et 2002, après avoir stabilisé les modalités de la procédure et veiller avec la Direction des Ressources humaines à leur cohérence avec les procédures de gestion des ITA.

Concernant les évaluations collectives, la DÉv apportera un appui aux chefs de département pour les évaluations des unités, notamment en contribuant à l'harmonisation des démarches au sein de l'Institut et, en coordination avec la Direction de l'Action régionale, de l'Enseignement supérieur et de l'Europe, avec les partenaires institutionnels.

Pour cette mission, Élisabeth de Turckheim est entourée d'une équipe qui assure les fonctions suivantes :

- **Odile Vilotte** (ex SGE) : maîtrise d'œuvre des CEI
- **Sylvain Mahé** (ex Direction Scientifique NHSA) : maîtrise d'œuvre des CSS
- **Geneviève Rainaud** (recrutée au 1er février 2003) : secrétariat et suivi du budget de la DEv en collaboration avec **Anne Tixador** (ex SGE) chargée de la gestion et l'administration des procédures
- **Bruno Bazot** (CDD INRA) : informatisation des procédures de récolte, de stockage et de gestion des différents

Travailler à l'INRA

dossiers d'évaluation ainsi que le développement du site Intranet de la DÉv.

Sylvain Mahé

Voir la publication d'acte réglementaire ci-contre.
Informations complémentaires et contacts sur notre site : www.inra.fr/evaluation/

Ressources humaines

Sigles en chantiers

Les "chantiers" lancés depuis dix-huit mois par la DRH sont souvent affublés de sigles ésotériques pour les non-initiés : GRHP, GPEC, OP, SIRH…

Un petit bréviaire à l'usage de tous s'impose donc.

GRHP : gestion des ressources humaines de proximité

Dans le cadre d'une politique nationale, il s'agit de rapprocher la mise en œuvre d'un certain nombre d'actions concrètes qui concernent la vie quotidienne des personnels, des utilisateurs : les agents, les directeurs d'unités et les collectifs de travail que sont les équipes et les unités.

Les illustrations sont potentiellement nombreuses : de l'accueil et l'accompagnement des nouveaux recrutés à la préparation des futurs "jeunes retraités", en passant par des fonctions d'écoute, d'aide à l'orientation, de conseil (statutaire ou autre), d'accompagnement de mobilités…

L'idée directrice est de continuer à renforcer et à professionnaliser ces fonctions d'appui au plan local, d'en assurer une meilleure mise en synergie au profit des agents individuellement, des directeurs d'unités dans la dimension humaine de leur fonction, et enfin de la vie collective, ce qui suppose donc aussi de "vivifier" les instances de concertation locales.

La GRHP n'est donc ni une structure (ou *a fortiori* un "écran") supplémentaire, ni une procédure.

Sous la coordination du président de centre, en lien avec le directeur des services d'appui, elle vise à mobiliser des acteurs le plus souvent déjà présents sur le terrain (ex : responsable local du personnel, responsable local formation…) pour mieux prendre en charge diverses fonctionnalités traditionnelles ou plus nouvelles (ex : service social).

Ainsi, à l'examen, il est apparu que certains services nouveaux mériteraient d'être développés à proximité des agents.

Tel est le cas en particulier de la fonction d'orientation professionnelle.

OP : orientation professionnelle

L'orientation professionnelle est une démarche qui vise à permettre aux personnes, en tenant compte de leurs aspirations et de leurs compétences, de définir avec autonomie et de pouvoir réaliser un parcours professionnel optimal.

Il s'agit donc d'offrir systématiquement à tout agent qui le souhaiterait la faculté de faire le point de son parcours, de ses compétences, des opportunités d'évolution internes ou externes qui s'offrent à lui, débouchant le cas échéant sur des actions de formation appropriées.

Ce nouveau "service d'appui", pour être pertinent, doit donc être à la fois professionnel et proche des utilisateurs, donc du terrain. À partir de 2004, il sera déployé localement, sous la coordination de la DRH, en mobilisant des compétences dédiées, internes et externes.

Il viendra donc utilement enrichir la démarche dite de "GRH de proximité".

Son efficacité suppose aussi d'avoir une vision claire des évolutions des métiers et des compétences qui sont et seront nécessaires à l'exercice de l'ensemble des missions de l'INRA en tant qu'organisme public de recherche finalisée, ce qui est le "fil rouge" de toute notre action individuelle et collective.

Cela, c'est l'enjeu du chantier "GPEC".

GPEC : Gestion prévisionnelle des emplois et des compétences

Ce n'est pas un "scoop" : l'INRA est un organisme vivant !

Le contexte évolue constamment, et de plus en plus rapidement, qu'il s'agisse des questionnements d'ordre scientifique ou sociétal, ou encore des techniques et technologies mises en œuvre, par exemple…

Les disciplines, les métiers, les compétences d'aujourd'hui ne sont pas tout à fait les mêmes qu'il y a cinquante ans et ne seront pas les mêmes dans vingt ans. Le rappeler peut paraître "enfoncer une porte ouverte".

Mieux anticiper, préparer et accompagner les changements, les rendre plus lisibles pour tous, peut aussi paraître évident et de bon sens. Mais là, il est moins sûr que nos pratiques soient tout à fait suffisantes, surtout si l'on considère que le "papy (et mamy) boom" touchera à l'horizon 2010 environ 40% de nos effectifs.

La GPEC est une démarche qui vise à nous permettre d'identifier les compétences et les savoir-faire en partance, et à réfléchir aux besoins de demain, pour mieux nous permettre d'affronter ces échéances et ainsi de continuer à remplir au mieux nos missions.

C'est aussi l'opportunité de donner à l'ensemble des personnels qui resteront en place une visibilité plus grande sur les évolutions à venir, les possibilités qui s'offriront à nous en termes de parcours professionnels, moyennant des appuis et un accompagnement appropriés (exemples de la fonction

---

Publication d'acte réglementaire

Évaluation scientifique des chercheurs de l'Institut

Décision de la direction de l'innovation et des systèmes d'information

- Vu la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés ;
- Vu le décret n°78-774 du 17 juillet 1978 modifié ;
- Vu le décret n°84-1120 du 14 décembre 1984 modifié relatif à l'Institut National de la Recherche Agronomique ;
- Vu le décret du 1er août 2000 portant nomination de la directrice générale de l'Institut National de la Recherche Agronomique ;
- Vu l'avis favorable numéro 816378 émis le 16 septembre 2002 par la CNIL.

Article 1••• Est créée au sein de l'INRA par le Secrétariat général à l'Évaluation une base de données "*Évaluation des chercheurs*" diffusée sur le serveur WEB internet et intranet de l'INRA donnant lieu à un traitement automatisé d'informations nominatives.

Article 2••• Ce traitement a pour finalité de rassembler des informations sur l'évaluation des chercheurs afin de permettre une analyse scientifique, sémantique et prospective des informations, de mettre à disposition de tout ou partie de ces documents aux personnes concernées en tenant compte des contraintes de sécurité et de confidentialité.

Article 3••• Les informations nominatives enregistrées portent uniquement sur :
- identité et la situation administrative des chercheurs
- statut actuel des intéressés
- caractéristiques des activités professionnelles
- liste des productions
- rapport d'activité
- observations du chercheur à l'attention de la Commission scientifique spécialisée à laquelle il est rattaché
- synthèse et avis des responsables scientifiques.

Article 4••• Les informations traitées pourront être consultées en intranet ou faire l'objet d'une ouverture partielle ou complète vers des points d'accès situés en dehors du réseau informatique institutionnel de l'INRA moyennant un système d'autorisations nominales dûment attribuées à des personnes internes et/ou externes à l'INRA, identifiées et missionnées par la direction générale de l'Institut.

Article 5••• Le droit d'accès prévu par l'article 34 de la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée s'exerce auprès du Secrétariat Général à l'Évaluation - ou par consultation directe du traitement.

Article 6••• La directrice générale de l'INRA est chargée de l'exécution de la présente décision qui sera publiée dans la revue *INRA mensuel*.

Fait à Paris, le 28 octobre 2002
La directrice générale de l'INRA
Marion Guillou

d'orientation et de la GRH de proximité, citées ci-dessus), pour pouvoir en être pleinement acteurs.
Cela suppose concertation, communication, information... et des outils appropriés .
Parmi ceux-ci, les outils de gestion ont leur importance.
D'abord, parce qu'ils sont par définition indispensables à la bonne gestion des personnels ; d'autre part, parce qu'ils permettent de disposer d'indicateurs qui doivent éclairer les réflexions et les décisions ; enfin, et plus concrètement, parce que nombre d'agents en sont les utilisateurs au quotidien et que la qualité de ces outils conditionne en partie la plus ou moins grande difficulté de leurs conditions de travail.
Cet ensemble de raisons, ajouté à l'obsolescence des outils de gestion et à leur caractère incomplet, militait pour une refonte de notre SIRH.

SIRH : Système d'information ressources humaines
Trajectoires a évoqué à plusieurs reprises le chantier SIRH et continuera à vous en tenir informés.
Je me contenterai donc de rappeler qu'il s'agit de rénover, en lien avec les utilisateurs, notre (nos) système(s) informatique(s) de gestion des personnels, pour une gestion plus performante, évitant les doublons, et si possible améliorant les process de traitement des dossiers. Toutefois, comme chacun sait, en ce domaine, les objectifs sont toujours nobles et simples mais la mise en œuvre ingrate et difficile. Il nous faudra donc énergie et opiniâtreté pour atteindre nos ambitions.

Finalement, au travers de ces sigles un peu compliqués, GRHP, OP, GPEC, SIRH... rien de bien mystérieux mais, par contre, beaucoup de "travail sur le métier", que nous souhaitons partager avec tous parce que c'est l'affaire de tous.
Il est donc important que l'on puisse en parler dans les différents conseils, dans les instances, mais aussi que vous en discutiez entre vous dans vos unités, sur vos lieux de travail.
Sur ces différents sujets, il y a et il y aura des informations dédiées, des communications particulières, au besoin des notes de service... Mais c'est en s'inscrivant dans une démarche globale, en y participant, en se l'appropriant, que les choses pourront réellement avancer.
Je souhaite donc que 2003 marque une avancée dans cette appropriation collective et dans ce nécessaire dialogue à tous les niveaux.
D'après *Trajectoires* n°6, tiré à part de la DRH, janvier 2003.

Patricia Watenberg,
Directrice des Ressources humaines

Le nouveau dispositif du congé de fin d'activité

Le congé de fin d'activité, système de pré-retraite créé en faveur des agents publics par la loi n°96/3093 du 16 décembre 1996, fait l'objet de nouvelles dispositions applicables à partir du 1er janvier 2003 en application de l'article 132 de la loi de finances pour 2003 (J.O. des 30 et 31.12.2002).

Cette mesure intervient à l'instar de la suppression de l'ARPE, l'équivalent du CFA dans le secteur privé que les partenaires sociaux de ce secteur ont décidé d'arrêter par un accord du 14 juin 2000.

Le nouveau dispositif a pour conséquence l'extinction progressive du CFA d'ici 4 ans dans la mesure où, au 31 décembre 2006, tous les agents éventuellement éligibles au CFA auront atteint l'âge de 60 ans, âge auquel ils peuvent prétendre à une pension à jouissance immédiate.

Les agents nés après le 31 décembre 1946 ne pourront donc plus prétendre au bénéfice du congé de fin d'activité.

Les agents **nés entre le 1er janvier 1943 et le 31 décembre 1944** qui, au 31 décembre 2002, bien qu'âgés de 58 ans au moins, n'auraient pas réuni l'une ou l'autre des conditions de **37,5 ans de cotisations et de 25 ans de services publics** effectifs nécessaires pour partir, bénéficieront d'un délai supplémentaire pour réunir ces conditions. Ils pourront le faire jusqu'à la **fin de l'année 2004** pour ceux qui sont nés à la fin de l'année 1944.

Les agents nés entre **le 1er janvier 1943 et le 31 décembre 1946** qui, au 31 décembre 2002, bien qu'âgés de 56 ans au moins, n'auraient pas réuni l'une ou l'autre des conditions de **40 ans de cotisations et de 15 ans de services publics** effectifs nécessaires pour partir pourront également bénéficier d'un délai au plus égal à 4 ans pour réunir ces conditions.

Bien entendu, les agents réunissant les conditions requises d'âge et de durée d'emploi et d'affiliation pour bénéficier du CFA au 31 décembre 2002, peuvent demander un CFA, à tout moment avant leur 60 ans.

Toutefois, les années de naissance ne sont pas opposables aux agents, qui au 31 décembre 2002, justifiaient, soit de 40 années de services effectifs valables pour la retraite du fonctionnaire, soit de 172 trimestres de cotisations à d'autres régimes de base obligatoires d'assurance vieillesse, dont 15 ans de services effectifs. D'après *Trajectoires* n°6, tiré à part de la DRH, janvier 2003.
Pour plus d'information, vous pouvez consulter la note de service n°2003-06 du 16 janvier 2003 qui précise les agents éligibles au CFA.

Agnès Rimbert
Ressources humaines

Formation

Biologie moléculaire

La PCR en temps réel. Application à la quantification des ARN messagers, université Claude Bernard Lyon I - Bât. Dubois - 1er étage, CNRS UMR 5123 43, bd du 11 novembre 1918 - F69622 Villeurbanne cedex
Durée : 40 heures (5 jours) / Effectif : 8 à 12 participants/Coût : 1850 €.
Dates : du 29 septembre au 3 octobre 2003 / du 3 au 7 novembre 2003 / du 26 au 30 janvier 2004 / du 22 au 26 mars 2004
Acquérir les notions théoriques et pratiques :
- de la PCR quantitative en "temps réel"
- de la réaction de transcription inverse (RT) pour la quantification des ARN messagers par RT et PCR quantitatives

Programme
Rappels théoriques sur la RT et la PCR
- Présentation des limites des méthodes de quantification
- Mise en œuvre pratique de la PCR en temps réel : conception des amorces ; préparation des standards pour l'étalonnage ; étalonnage
- Mise en œuvre pratique de la quantification des ARN messagers : problème posé par le choix des standards de quantification ; calibration de la réaction de RT par un standard externe RT-PCR quantitative relative face au standard externe.

Responsables pédagogiques :
Laurent Bezin, CNRS UMR 5123
laurent.bezin@univ-lyon1.fr
Anne Morales, CNRS UMR 5123
anne.morales@univ-lyon1.fr
Renseignements :
Université Claude Bernard Lyon 1
Focal - Service central de la Formation continue
Bâtiment Condorcet 43, bd du 11 novembre 1918
F69622 Villeurbanne cedex
contact : Loïc Marchat
Loic.Marchat@adm.univ-lyon1.fr
Tél. 04 72 43 16 62

Expérimentation animale

Face à une obligation, pour un nombre croissant de personnels qui travaillent sur les animaux de laboratoires, de se mettre en conformité avec la réglementation du ministère de l'Agriculture, l'université Lyon 1 a décidé de doubler son offre de stages pour 2003.
niveau 2 : du 17 au 28 novembre 2003
niveau 3 : du 17 au 21 novembre 2003
(Le prochain niveau 1 est programmé pour avril 2004, les préinscriptions sont déjà ouvertes). Contact : 04 72 43 16 62 //focalserv.univ-lyon1.fr

Analyse d'image et microscopie quantitative en biologie

Université Claude Bernard Lyon1, 13-17 octobre 2003.
Ce stage est conçu initialement pour des biologistes désirant acquérir des notions générales d'analyse d'image, et approfondir plus particulièrement ses applications en microscopie optique. Son contenu s'est avéré adapté également aux chercheurs et techniciens travaillant sur les matériaux (et biomatériaux), appartenant souvent aux domaines de la physique ou de la chimie. Il comporte un enseignement théorique (16 h) et pratique sur quatre postes d'analyse microscopique et macroscopique (16 h).
Informations : //quantimetrie.univ-lyonl.fr/stage2001.html

Prévention

Évaluer l'exposition aux risques

Des évolutions récentes de la réglementation en matière d'hygiène et de

Travailler à l'INRA

sécurité au travail font porter fortement l'accent sur l'évaluation *a priori* des risques en général et tout particulièrement du risque chimique.

Le risque présenté par l'utilisation de produits chimiques est diffus mais réel à l'INRA dans nombre d'unités de recherche mais aussi d'unités expérimentales ou de services d'appui à la recherche.

L'INRA a élaboré depuis plusieurs années, tant au niveau des unités et des centres qu'au niveau national, un certain nombre de procédures et d'outils pour maîtriser ce risque et prévenir ainsi dans toute la mesure du possible l'exposition des personnes aux produits dangereux. Ces éléments permettaient aussi jusqu'à présent de répondre aux exigences réglementaires en la matière.

Un décret du 1er février 2001 renforce **l'obligation de prévention et de traçabilité en ce qui concerne les produits cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction** (CMR).

Cette évolution ne peut qu'être bénéfique vis-à-vis d'un risque dont la connaissance des effets spécifiques est évolutive et qui a malheureusement été à l'origine de quelques graves problèmes de santé à l'INRA.

La mise en application de ces dispositions, précisée par une note de la direction générale, s'appuie sur trois documents spécifiques.

En premier lieu, le risque est évalué grâce à la méthode disponible sous forme de **guide et d'application sur le serveur Prévention** (www.inra.fr/prevention/evaluationrisquechimique.htm). Cette méthode est appliquée au niveau de l'équipe, si nécessaire avec l'aide de l'agent chargé de prévention, du délégué et du médecin de prévention, et ses résultats sont consignés par écrit dans ce qui constitue le premier document.

Cette façon de procéder présente comme avantages de :

- mettre en œuvre une véritable démarche de prévention et réduire le risque d'exposition par une adaptation des protocoles en fonction des résultats de l'évaluation ;
- informer les personnes des risques ;
- fournir des éléments documentés pour une instruction ultérieure soit collective, soit individuelle.

Ensuite, la fiche de liaison agent-médecin de prévention modifiée en conséquence, dont les volets radioprotection et exposition aux CMR portent la signature du directeur d'unité, permet de répondre à l'obligation d'une **fiche individuelle d'exposition**.

Enfin, une **attestation d'exposition** est remise au salarié titulaire ou non à son départ de l'unité, c'est-à-dire lors de la mutation dans une autre unité ou lors du départ de l'établissement quel qu'en soit le motif. Elle est établie par le directeur d'unité et signée par le président du centre. Le volet concernant la surveillance médicale est complété par le médecin de prévention.

Au-delà du risque chimique, un décret du 5 novembre 2001 prévoit l'obligation de **consigner dans un document unique l'évaluation de l'ensemble des risques** rencontrés dans une unité ou un centre.

Cette disposition est particulièrement contraignante dans le cas de l'INRA où les activités, et donc les risques, sont très variés. Au-delà de la simple obligation réglementaire, ce document doit donc être conçu comme un véritable outil de pilotage de la prévention, apte à répondre aux besoins des personnes impliquées dans la prévention du fait de leur responsabilité ou de leur fonction.

Il a été décidé lors du CCHS du 27 novembre 2002 d'introduire progressivement l'usage de ce document unique dans les centres et les unités. L'utilisation de ce document pour consigner dans un premier temps les résultats de l'évaluation de l'exposition aux produits chimiques, et plus particulièrement aux CMR, devrait permettre aux unités de se familiariser avec cette démarche qui sera étendue aux autres risques importants.

Un test d'application est en cours dans les centres d'Avignon, Clermont, Dijon, Lille et Poitou-Charentes. Cette expérience sera mise à profit pour proposer une démarche et un dispositif logistique à l'ensemble des centres d'ici l'été 2003.

L'objectif est que tous les centres, hormis ceux engagés dans l'élaboration de leur plan d'urgence interne, achèvent l'identification des principaux dangers, unité par unité, pour le 1er trimestre 2004.

Des informations complémentaires sur le déploiement de cette action seront fournies dans un prochain article.

François Guérin,
Mission Prévention

Conditions de circulation et d'utilisation d'organismes nuisibles, de végétaux, de produits végétaux et autres objets
Résumé de la note de service

L'INRA se doit d'être particulièrement attentif à des objectifs de protection sanitaire environnementale et notamment toute contamination par des organismes nuisibles des cultures et des forêts doit être évitée.

L'Union européenne s'est dotée de moyens visant à réduire l'impact des organismes nuisibles sur les productions végétales, en vue d'assurer la sécurité alimentaire des citoyens de la communauté ainsi que la santé des végétaux présents sur son territoire. Ce dispositif revêt une importance majeure pour la prévention des risques et la protection phytosanitaire.

La législation relative aux exigences sanitaires applicables aux végétaux et produits végétaux crée donc de nombreuses obligations pour **les producteurs, importateurs ou exportateurs,** tant au niveau des conditions de circulation que des activités qui peuvent en découler.

Ainsi, l'arrêté du 22 novembre 2002 *relatif aux exigences sanitaires des végétaux, produits végétaux et autres objets* définit différentes interdictions ou conditions particulières relatives à certains organismes nuisibles, végétaux, produits végétaux et autres objets en fonction de leur degré de "nuisibilité". Ces règles sont d'application générale et doivent être strictement respectées par chaque personne qui importe, exporte ou met en circulation sur le territoire national, communautaire ou sur une zone protégée, du matériel concerné par cette législation.

Néanmoins, des dispositions particulières apportent des aménagements à ces règles générales **pour les travaux réalisés à des fins scientifiques, dans des conditions de confinement permettant néanmoins de prévenir tout risque de propagation d'organismes nuisibles.**

Le décret n°97-857 du 12 septembre 1997 *fixant les conditions à remplir pour l'introduction ou la circulation de certains organismes nuisibles, végétaux, produits végétaux et autres produits pour des travaux à des fins d'essai ou à des fins scientifiques ou pour des travaux sur les sélections variétales* a aménagé des dérogations accordées pour l'introduction et la circulation de certains organismes nuisibles, végétaux, produits végétaux et autres objets, définis dans la note, dans le cadre de travaux à des fins scientifiques.

Ainsi, toute manipulation d'organismes de quarantaine doit faire l'objet d'une demande d'agrément.

Cette note de service a pour objet de rappeler les principales obligations réglementaires à la charge de l'INRA compte tenu de ses activités de recherche et d'expérimentation sur les végétaux, ainsi que les responsabilités et sanctions encourues en cas de non-respect de ces règles par l'Institut et ses agents.

Pour sa mise en œuvre, il est conseillé de prendre contact avec le délégué Prévention de centre INRA et les Services régionaux de la Protection des Végétaux. NS 2003-40, du 12 mai 2003.

Erratum

L'article du numéro de décembre 2002 présentant la note de service 2002-102 a été mis par mégarde dans la rubrique "Prévention". C'est l'occasion de rappeler la différence entre les notions de prévention et de réparation, trop souvent confondues. La prévention, comme son nom l'indique, est destinée à prévenir l'accident ; elle se situe donc en amont de celui-ci. L'action de réparation commence lorsque la prévention a échoué, c'est-à-dire à partir du moment où l'accident s'est produit. Elle se fonde sur la déclaration d'accident et se conclut par la prise en charge de l'accidenté.

A TABLE!

L'ALIMENTATION EN QUESTIONS

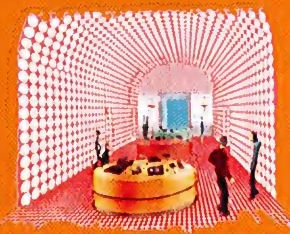
Une exposition coproduite par le Palais de la découverte et l'INRA - du 1er avril 2003 au 4 janvier 2004

L'exposition comporte 12 thèmes

Cette exposition coproduite par l'INRA et le Palais de la découverte, avec la contribution de nombreux partenaires, est une des réponses de la recherche aux questions posées à propos de l'alimentation.
L'exposition d'une durée rare (9 mois) comporte en filigrane un ensemble de préoccupations : faire partager la culture scientifique, susciter l'intérêt des jeunes visiteurs pour la science, mieux faire connaître au grand public l'histoire des aliments et le familiariser avec les connaissances de leur origine, le rôle de l'agriculture, des agriculteurs dans notre société, donner des éléments d'informations sur la qualité et la sécurité de la nourriture et comment bien s'alimenter…



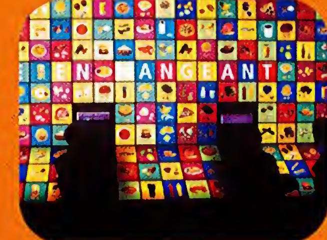
La symphonie des bouches



A chacun sa nourriture



1000 ans d'histoire



Dans l'assiette



La chaîne de production



Dans le corps



Cuisine ou labo ?*



Les nutriments et les maladies

Les risques et les dangers



Les transformations génétiques



Et demain ?



La planète nourricière

- Calendrier des semaines thématiques : céréales et huiles en septembre, produits laitiers et viandes en octobre, vins et produits d'Outre-Mer en novembre…
- Conférences et colloques organisés sur des sujets comme les produits BIO, la traçabilité des aliments, les allergies alimentaires, la demande du consommateur, la typicité des produits de terroirs…
- Cafés de la rotonde permettant de débattre sur ce thème
- Expositions temporaires : l'huître, l'os, les nouvelles tendances culinaires…

Ont contribué à cette exposition : ministères de la Jeunesse, de l'Éducation Nationale et de la Recherche, de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires rurales, de la Santé, Conseil régional d'Île-de-France, Groupama, Crédit agricole, CIDIL, SEB, OFIMER, OFIVAL, ONIFHLOR, ONILAIT, ONIVINS, ONIC-ONIOL, SOPEXA, UNIGRAINS, ODEADOM, ANIFELT, APRIFEL, CNIPT, CIV, PROLEA

Partenaires presse : France-Inter - L'Express - Image Doc - Okapi - Figaroscope

Illustrations : ©Gauthier Garin / Photos : Christophe Maître

Avenue Franklin D. Roosevelt - 75008 Paris www.palais-decouverte.fr/ www.inra.fr/expo-alimentation/

* Animation par Hervé This

Faire connaître

Le végétal en Anjou,
100 ans de recherche agronomique

Le premier laboratoire de recherche agronomique a été créé en Anjou, en 1902. Pour marquer ce siècle d'activité, le centre d'Angers a initié et participé à deux expositions dans lesquelles des recherches ont été mises en scène et présentées au grand public : "100 ans de vinification" et "Le végétal en Anjou, 100 ans d'innovation".



Photos : Jean-Luc Gaignard

Les appareils de laboratoire.



Les produits du marché



Les cultures dans la serre

"100 ans de vinification". L'exposition créée par le musée de la Vigne et du Vin d'Anjou, en partenariat avec l'INRA, rassemblait des documents anciens, tels que le premier cahier de laboratoire de la station d'œnologie, datant de 1902. Les appareils anciens de la station d'œnologie devenue unité Vigne et Vin (ébulliomètre, réfractomètre, verrerie ancienne, mini-fermenteurs, tarière…) étaient présentés au grand public, ainsi que l'histoire des recherches qui ont porté d'abord sur la nature des produits, la vinification et la conservation des vins, les traitements à appliquer en cas de maladie. Dans les années 70, les recherches se développèrent sur la vinification des vins rouges et effervescents puis l'unité s'est engagée sur la méthode de caractérisation des terroirs.
Une salle "terroirs" mettait en scène la méthode de caractérisation et les résultats des recherches conduites par l'unité Vigne et Vin, dans le vignoble angevin (appellations Layon et Aubance).

"Le Végétal en Anjou, 100 ans d'innovation". L'exposition créée par le Conseil général de Maine et Loire, Terre des Sciences et les partenaires scientifiques et professionnels, dont l'INRA, rassemblait les différentes productions spécialisées : vigne, arbres fruitiers, légumes, plantes horticoles et pépinières, semences, plantes médicinales et aromatiques. Le scénographe, Pascal Proust, a pris le parti d'accueillir les visiteurs en présentant des produits tels que les consommateurs les trouvent au marché, puis mis en culture dans une serre et enfin la recherche.
Dans l'espace "recherche", les obtentions de l'INRA (pommier, poirier, petits fruits, arbustes d'ornement), les travaux sur les terroirs viticoles, sur les substrats, sur la génétique et la pathologie végétale, étaient présentés dans une démarche historique. Par exemple on découvrait les techniques d'hybridation et les outils de la biologie moléculaire. La conservation et la caractérisation des espèces et variétés (DHS), les méthodes de caractérisation de la qualité des semences étaient exposées avec les travaux du GEVES.
L'évolution de l'agriculture vers le développement durable était évoquée au travers des recherches, des productions issues de l'agriculture biologique, raisonnée et intégrée. Le film "Cultiver autrement", réalisé en Anjou et présenté dans la serre de la Cité des Sciences et de l'Industrie à Paris, jusqu'en août 2003 avec 50 entreprises dont l'INRA, permettait aux visiteurs de découvrir les nouvelles pratiques de l'agriculture et les recherches qui font avancer ces approches plus respectueuses de l'environnement. Plus de cinquante établissements du Pôle végétal angevin étaient associés. Plus de 4000 personnes ont visité cette exposition, du 19 octobre au 15 décembre 2002.

100 ans de recherche agronomique

En 1902, la société industrielle et agricole d'Angers crée la station œnologique de Maine et Loire, installée dans l'enceinte de l'École supérieure d'Agriculture, fondée à la fin du 19e siècle. En 1933, à la demande des producteurs de fruits, la station a étendu son activité aux arbres fruitiers et aux porte-greffe. Lors de la création de l'INRA, en 1946, cette station fut intégrée à l'institut. C'est en 1970 que le centre de recherche INRA a été constitué à Angers avec l'arrivée de la station de pathologie végétale et de phytobactériologie, la création d'une station d'agronomie spécialisée dans l'élevage des plantes en conteneurs et les substrats horticoles. La station d'amélioration des espèces fruitières a étendu alors son activité aux espèces ornementales.
Dans les années 80, le GEVES s'est installé dans la région avec une unité qui étudie les nouvelles variétés de plantes légumières et ornementales. Puis en 1993 la Station nationale d'essais de semences a quitté Guyancourt pour s'installer sur la technopole d'Angers. Elle a la responsabilité nationale de caractériser la qualité des semences.
Des recherches sur les cultures végétales se sont également développées à l'Institut national d'Horticulture, à l'université d'Angers, à l'université catholique de l'Ouest, à l'École supérieure d'Agriculture. Des instituts techniques se sont installés en Anjou [1]. Le laboratoire de recherche en Physiologie végétale, créé par le Conseil général, associé à ses débuts au CNRS a développé la culture *in vitro*. Ce laboratoire est aujourd'hui occupé par une unité de recherche sur la Physiologie moléculaire des semences. Celle-ci s'inscrit dans la dynamique que l'INRA, l'Institut national d'Horticulture (INH) et l'université d'Angers ont décidé de créer en rassemblant leurs équipes dans des unités mixtes de recherches (UMR) permettant de regrouper des moyens humains et matériels importants.
Des entreprises, en particulier semencières, horticoles et pépinières, développent des programmes de recherche sur la création de nouvelles variétés légumières et ornementales, sur les substrats. La recherche agronomique a accompagné le développement des cultures spécialisées en apportant des connaissances qui ont été très vite transformées en productions. Le centre INRA compte de nombreux partenariats avec ces établissements ou filières.
Les élus du Conseil régional des Pays de la Loire, Conseil général du Maine et Loire, Ville d'Angers puis Angers Agglomération, ont bien mesuré l'importance économique et sociale de cette activité en soutenant la recherche et l'ensemble des productions, afin que le végétal soit un élément fort du territoire, créateur d'emplois et de plus-values. Le contrat État-Région a inscrit le végétal dans ses priorités et le soutient financièrement. Plusieurs thématiques de recherche sont conduites dans des programmes européens.

Le développement de la recherche a été accompagné par celui de l'enseignement supérieur sur le végétal [2]. Le centre INRA est partenaire de l'École doctorale d'Angers.

Création du Pôle végétal

Dès les années 80, la Chambre de Commerce et d'Industrie crée le Pôle de recherche et d'Innovation d'Angers pour le rapprochement de la recherche et des entreprises. Les liens tissés entre les organisations agricoles, la recherche agronomique et l'enseignement supérieur horticole ont créé une dynamique de technopole. Le concept de pôle végétal angevin est né dans les années 90 de cette volonté de la CCI, des établissements scientifiques et professionnels, des élus de la ville d'Angers et du département de Maine et Loire.
En 1994, le ministre de l'Agriculture décida de décentraliser à Angers l'École nationale supérieure d'Horticulture de Versailles et de faire d'Angers un Pôle horticole. Le centre INRA en est un des éléments forts.
Le Pôle végétal d'Angers compte aujourd'hui plus de 1 500 étudiants (de bac+3 à +8), 500 chercheurs, ingénieurs et techniciens dans les laboratoires publics et privés, 15 000 emplois sur 45 000 ha de cultures spécialisées.
L'activité de ce Pôle s'est ouverte avec les salons professionnels (SIVAL, Salon des Vins de la Loire, Salon du Végétal) et les congrès ainsi qu'à la culture et au tourisme. Les *Rendez-vous horticoles* proposent chaque été la visite de 30 entreprises, dont l'INRA et le GEVES. "Terre des Sciences", le Centre de culture scientifique et technique, propose aux enseignants des ressources (expo-

sitions, parcours, conférences, rencontres élèves chercheurs…) qui leur permettent de développer un enseignement en phase avec l'actualité scientifique et technique régionale. L'un des buts de ce travail est de sensibiliser les jeunes aux formations et aux métiers de ce secteur.

Jean-Luc Gaignard,
Chargé de Communication, Angers

[1] La Fédération nationale des Agriculteurs multiplicateurs des Semences, le Centre technique interprofessionnel de la Vigne et du Vin, le Centre technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes, l'Institut technique interprofessionnel des Plantes médicinales, aromatiques et industrielles, le Groupement national interprofessionnel des Semences, le Bureau horticole régional. Le Service régional de la Protection des Végétaux intervient sur les cultures spécialisées. Le laboratoire national de la Protection des Végétaux, spécialisé sur les maladies bactériennes des plantes, est à Angers depuis 2000. L'Office communautaire des Variétés végétales, qui a en charge la protection des obtentions pour l'Europe, est également installé à Angers.

[2] Les lycées agricoles proposent des BTSA, l'IUT un DUT en biologie, l'université d'Angers de la licence à la thèse, l'UCO de la licence au DESS, l'INH compte deux écoles d'ingénieurs en horticulture et paysage et l'ESA forme des ingénieurs en agriculture. Des établissements d'enseignement professionnel sont spécialisés sur le végétal et forment les adultes, Centre national de la Promotion horticole, Centre de Formation professionnelle et de Promotion Agricole, INH, Groupe ESA.

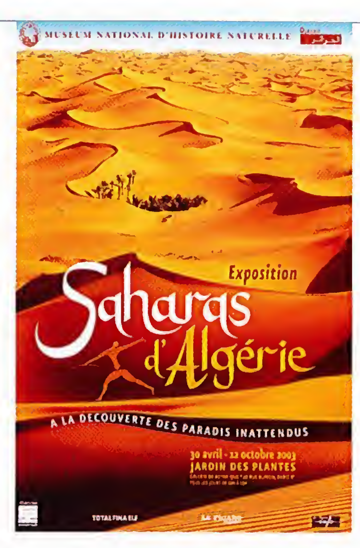
Pour en savoir plus :
www.angers.inra.fr
www.terre-des-sciences.org
www.vegetal.org
Terre des Sciences, Tél. 02 41 72 14 21.

Expositions

- Saharas d'Algérie. À la découverte des paradis inattendus, Jardin des Plantes, galerie de Botanique, organisé par le MNHN, du 30 avril au 12 octobre 2003.

L'exposition est organisée dans le cadre de Djazaïr, une année de l'Algérie en France.

Le visiteur sera appelé à vivre une traversée du désert où la désolation n'est qu'apparente. Il pénètre dans cet univers de sable et de cailloux, où l'eau est omniprésente et constitue même l'une des plus grandes réserves du monde. Son jaillissement détermine la formation



de paradis plus vrais, plus beaux et plus enchanteurs que tous les mirages : Timimoun, El Golea, Djanet, Tamanrasset, Ghardaia, Ihrir sont de véritables plages vertes dans l'ocre monotone... Si l'écologie de l'oasis est faite d'économie de moyens et d'ingéniosité, la vie dans le désert ne se limite pas à ces îlots privilégiés. Au milieu de ces paysages aux conditions de vie extrêmes, le visiteur découvre des stratégies de survie développées par l'homme et les animaux, souvent surprenantes. Les difficultés de vie n'ont pas empêché l'émergence d'un art exceptionnel, sous forme de dessins et gravures pour certains vieux de dix millénaires. À ces réalités de l'histoire naturelle et culturelle du désert vivant s'ajoute une réalité géologique qui prend une dimension exceptionnelle : la présence d'hydrocarbures. Comment cette richesse agit-elle sur la société saharienne ? Comment profiter de cette manne des profondeurs pour modifier durablement les conditions de vie en surface ? D'où vient le sable ? Comment y vivre ? Où est l'eau ? Qui a dessiné les émouvantes gravures et peinture rupestres ? Qui sont les Touaregs ? Quel est le futur du Sahara algérien ?

- De l'homme et des insectes. Jean-Henri Fabre 1823-1915, espace EDF Electra Paris 7e, organisé par la Fondation EDF, le MNHN et l'Harmas, du 5 juin au 31 août 2003.

Scientifique, écrivain, poète, Jean-Henri Fabre se consacre à l'observation de la faune et de la flore à l'Harmas à Sérignan-sur-Comtat. Collections de fossiles, minéraux et coquillages, aquarelles originales, herbiers, pièges à insectes, objets personnels… reconstituent l'univers de son travail. Les dix volumes des *Souvenirs entomologiques* sont l'un des voyages les plus fascinants dans le monde des insectes.

"Le Minotaure Typhée. Le terrier", *Minotaurus Typhoeus* Lin. *Souvenirs entomologiques*, 10ème série, chapitre 1. Extraits.

"Pour désigner cet insecte, la nomenclature savante associe deux noms redoutables : celui de Minotaure, le taureau de Minos nourri de chair humaine dans les cryptes du labyrinthe de Crète, et celui de Typhée, l'un des géants, fils de la Terre, qui tentèrent d'escalader le ciel.

[…] On appelle de la sorte un coléoptère noir, de taille assez avantageuse, étroitement apparenté avec les troueurs de terre, les Géotrupes. C'est un pacifique, un inoffensif, mais il est encorné mieux que le taureau de Minos. Nul, parmi nos insectes amateurs de panoplies, ne porte armure aussi menaçante. Le mâle a sur le corselet un faisceau de trois épieux acérés, parallèles et dirigés en avant. Supposons-lui la taille d'un taureau, et Thésée lui-même, le rencontrant dans la campagne, n'oserait affronter son terrible trident.

[…] Tel est l'insecte que je me propose d'étudier aujourd'hui, en pénétrant dans l'intimité de ses actes autant que faire se peut. Les quelques données acquises déjà, depuis si longtemps que je le fréquente, me font soupçonner des mœurs dignes d'une histoire développée. Mais à quoi bon cette histoire, à quoi bon ces minutieuses recherches ? Cela, je le sais bien, n'amènera pas un rabais sur le poivre, un renchérissement sur les barils de choux pourris et autres graves événements de ce genre, qui font équiper des flottes et mettent en présence des gens résolus à s'exterminer. L'insecte n'aspire pas à tant de gloire. Il se borne à nous montrer la vie dans l'inépuisable variété de ses manifestations ; il nous aide à déchiffrer un peu le livre le plus obscur de tous, le livre de nous-mêmes.

[…] Lui, d'une richesse inouïe en instincts, mœurs et structure, nous révèle un monde nouveau, comme si nous avions colloque avec les naturels d'une autre planète. Tel est le motif qui me fait tenir l'insecte en haute estime et renouveler avec lui des relations jamais lassées. […]"


Photo : Paul-Henri Fabre
Jean-Henri Fabre observant le Minotaure Typhée.

Faire connaître

Colloques

Comptes rendus

- Génétique appliquée aux Animaux d'Élevage, 7ème congrès mondial

Le 7ème Congrès Mondial de Génétique appliquée aux Animaux d'Élevage (7WCGALP) s'est tenu à Montpellier du 18 au 23 août 2002. Il a été organisé conjointement par l'INRA et le CIRAD, concrétisant la volonté de collaboration de ces deux instituts de recherche dans le domaine de la génétique animale. Ce congrès qui a lieu tous les quatre ans n'avait encore jamais été organisé par la France. Il est un lieu de rencontre incontournable entre chercheurs et sélectionneurs des principales espèces animales d'intérêt agronomique. Il permet de faire le point sur les progrès méthodologiques réalisés en génétique quantitative et en génétique des populations, sur l'état des connaissances concernant les populations animales domestiques et leurs génomes. Il est un lieu privilégié de discussion sur les résultats actuels et des perspectives futures de l'amélioration génétique de ces populations.

La directrice de l'INRA, Marion Guillou, et le directeur du CIRAD, Pierre Bachelier, ont accueilli les participants lors d'une cérémonie d'ouverture agrémentée par un groupe vocal de Montpellier, les "Chorégiens", et par un émouvant diaporama du photographe Arthus-Bertrand, "les Bêtes et les Hommes" consacré aux relations entre les éleveurs et leurs animaux, images prises lors de différents Salons de l'Agriculture.

Les activités scientifiques du congrès ont commencé par une session plénière ouverte à l'ensemble des participants et consacrée au thème **"Génétique animale et Société"**. Cette session a traité du contexte socio-économique de l'élevage et de la sélection animale, dans les pays développés comme dans les pays en voie de développement, et de l'importance croissante des questions de brevetabilité du vivant. Les trois intervenants de la session plénière étaient le président de l'INRA, Bertrand Hervieu, Christian Hoste, délégué aux institutions internationales, à la Méditerranée et à l'Europe bilatérale du CIRAD et Max Rothschild de l'université d'Iowa à Ames. Cette première session a été suivie d'une table ronde animée par Anne-Marie Neeteson, secrétaire de la FAIP (*European Farm Animal Industrial Platform*).


Photo : Alain Beguey

Moutons de type barbarins ou berbères (Maroc).

Les délégués avaient ensuite le choix entre 29 sessions scientifiques : pendant quatre jours et demi, plus de 540 communications orales, à raison de six sessions conduites en parallèle ; deux soirées ont permis de consulter 400 posters, tout en dégustant vins et fromages français [1].

Sept sessions avaient pour thème la **génétique des espèces ou types de production** : amélioration génétique des ruminants laitiers ou à viande, du porc, du cheval, des volailles, des poissons et autres animaux aquatiques et des espèces d'intérêt "régional" (autruche, buffle, lama, escargot...).
Chez les bovins laitiers, outre les travaux sur les caractères fonctionnels, on retiendra le nombre sans cesse croissant d'études portant sur l'analyse directe de la production journalière avec des techniques statistiques sophistiquées de données longitudinales.
Chez le porc et plusieurs autres espèces, on continue à assister à une diversification des objectifs de sélection combinant production, reproduction, santé et qualité des produits.

Plusieurs sessions ont été consacrées à la **génétique des caractères et des grandes fonctions biologiques intéressant l'élevage** (reproduction, croissance, lactation...). L'attention croissante accordée aux caractères de qualité des produits (lait et viande) a été confirmée par de nombreuses communications. Les sessions ayant trait à l'ingestion et à l'efficacité alimentaire ainsi que celle couvrant la génétique de la résistance aux maladies et sa prise en compte dans les programmes de sélection ont eu beaucoup de succès. Les diverses sessions consacrées aux aspects méthodologiques de la génétique quantitative et de la sélection animale - modélisation statistique, évaluation génétique des reproducteurs, estimation des paramètres génétiques, optimisation des programmes d'amélioration génétique - ont été très suivies, peut-être encore plus que dans les congrès précédents.

Mais l'aspect qui ressort véritablement comme un fait marquant du congrès est l'**utilisation croissante des marqueurs moléculaires** dans le but d'identifier les gènes d'intérêt agronomique et d'intégrer de nouvelles informations dans les stratégies de sélection. De nombreuses communications ont porté sur les schémas expérimentaux et les méthodes statistiques développés pour la recherche de QTL ("Quantitative trait loci"). Tout au long du congrès, rares ont été les espèces et les caractères pour lesquels n'ont pas été exposés des résultats concrets de tels schémas et analyses ! Ainsi, dans l'espèce bovine comme dans l'espèce porcine, le nombre de QTL détectés à ce jour atteint quelques dizaines. La session intitulée "exploitation de l'information moléculaire en génétique animale" a fait un véritable tabac, avec un auditoire dépassant très largement les capacités de la salle qui lui avait été réservée. La sélection assistée par marqueurs est une technique

Le 7WCGALP a réuni 1369 participants provenant de 73 pays, en majorité européens : 60% étaient issus de l'Union européenne, dont près de 300 français. Outre les chercheurs, les professionnels français de la génétique animale ont été très présents et ont participé au financement du congrès. Outre la forte représentation de l'Amérique du Nord (220 délégués) et de l'Océanie (95), le congrès peut s'enorgueillir de la présence de 167 chercheurs venus de nombreux pays en voie de développement. Ceci a été possible grâce à l'allocation de 55 bourses destinées à de jeunes chercheurs de ces pays, dont 33 à la charge du congrès seul. Au total, 947 communications ont été publiées sur le cédérom du congrès. Elles se répartissent en une soixantaine de conférences invitées, près de 480 communications courtes présentées oralement, 400 posters et quelques présentations de logiciels. L'INRA a fortement contribué à ce congrès avec 2 modérateurs de session "principaux" et 9 modérateurs "secondaires", 11 rapports invités et un total de 79 communications, dont 67 du département de Génétique animale

Le 7WCGALP a été précédé à Montpellier de divers évènements "collatéraux" :
- un cours sur la "Génétique de la résistance aux maladies", à l'intersection de l'amélioration génétique et de l'épidémiologie, a été donné par Steve Bishop (Roslin Institute, Edimbourg) du 12 au 14 août ;
- du 16 au 18 août s'est tenu le deuxième Symposium International sur les "Gènes candidats en santé animale", organisé par Jean-Charles Maillard (CIRAD //cgah.cirad.fr/) et rassemblant une centaine de participants de 31 pays ;
- enfin, le 18 août, un cours sur les "Méthodes statistiques d'analyse de données longitudinales" a été donné par Jean-Louis Foulley (INRA-SGQA, Jouy-en-Josas) et Christèle Robert-Granié (INRA-SAGA, Toulouse).

Nous prévoyons de faire un compte rendu plus développé de ce colloque mondial dans un numéro ultérieur afin de rendre compte de sa grande richesse.

prometteuse qui commence à être effectivement mise en place dans les schémas de sélection animale - en France en particulier. Rarement la synergie entre génétique moléculaire et génétique quantitative n'a été aussi bien illustrée.

La **gestion de la diversité génétique a été de nouveau un thème important** du congrès avec une cinquantaine de communications **orales et posters**. Enfin, deux sessions ont obtenu un succès inattendu, bien qu'espéré : l'une portait sur la démonstration de **logiciels d'analyses génétiques ou statistiques**, l'autre - une première - sur **l'enseignement de la génétique au niveau universitaire**.

Pendant le congrès lui-même, deux symposiums d'une journée ont été co-organisés, l'un avec Interbull, l'autre avec la FAO.

- Interbull est l'organisme chargé des évaluations génétiques internationales des bovins, dont le rôle dans la rationalisation des échanges commerciaux de semences de taureaux améliorateurs est de plus en plus marqué. De nombreuses contributions à ce symposium ainsi qu'à d'autres sessions du congrès consacrées aux bovins laitiers ont illustré la mise en application d'une amélioration génétique des animaux plus équilibrée, plus "durable" : l'accent mis autrefois sur la sélection pour la production laitière seule a été profondément rééquilibré au profit de l'amélioration des caractères dits fonctionnels (fertilité, longévité, résistance aux maladies).
- Le symposium co-organisé avec la FAO avait pour titre "Programmes durables d'amélioration génétique en production animale". Le développement de stratégies de sélection durables y a été débattu aussi bien pour les pays développés que pour ceux en voie de développement. En particulier, trois groupes d'intervenants invités, venus d'Afrique, d'Asie et d'Amérique Latine, ont présenté les succès et les échecs des expériences passées d'amélioration génétique dans des systèmes à faibles intrants et les conditions nécessaires à une intégration réussie de la génétique dans le développement des productions animales. Ce symposium s'est terminé par l'élaboration de recommandations visant à une meilleure intégration de l'outil "amélioration génétique" dans le développement. Ces recommandations ont été largement diffusées et sont accessibles sur le site de la FAO (//dad.fao.org/en/refer/library/guidelin/7WCGALP.pdf).

Enfin, le bilan financier est positif, malgré les efforts financiers très importants accordés pour les bourses aux chercheurs des pays en voie de développement, pour les étudiants et pour les conférenciers invités (tarifs spéciaux). L'image de la génétique animale française donnée à travers ce congrès aura sans nul doute des répercussions positives sur le département de Génétique animale et plus largement sur l'INRA.

Vincent Ducrocq,
INRA-SGQA, Jouy en Josas.

Références : *Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production.* cédérom – INRA Éditions.
Site du congrès : //www.wcgalp.org

[1] L'organisation matérielle a été unanimement appréciée. La gastronomie et le tourisme n'ont pas été oubliés. À la mi-congrès, une demi-journée de détente a permis aux délégués de découvrir les charmes de la région à travers 15 circuits proposés, avant une soirée très agréable au "Château-Pouget". Le Congrès s'est terminé par un sublime repas de Gala dans les Jardins du Peyrou à Montpellier qui restera dans toutes les mémoires comme un moment très convivial.

- Les microbiologistes de l'INRA, troisièmes rencontres

L'importance et la diversité des thèmes de recherche de l'ensemble des microbiologistes travaillant à l'INRA sont des incitations à favoriser les actions d'animation scientifique transversale s'adressant au plus grand nombre d'entre eux. C'est la raison pour laquelle la direction scientifique Nutrition humaine et Sécurité alimentaire (NHSA) avait relancé en 1999 des rencontres destinées aux microbiologistes de l'INRA, qui existaient dans les années 80 mais qui avaient disparu au fil des ans. Les troisièmes rencontres de cette nouvelle série se sont tenues à Dourdan du 5 au 7 mai 2003.

Le caractère transversal de ces rencontres se manifeste par le rattachement des 214 participants à 11 départements différents, les quatre départements les plus représentés étant ceux de Microbiologie, de Santé des Plantes et Environnement, de Technologie des Produits animaux et de Santé animale.

Le programme, établi par un comité scientifique, était structuré en trois grands axes : Interactions des microorganismes avec leur hôte ou/et le milieu physique (11 communications orales, 34 communications affichées) ; Génomique et approches globales (15 et 23) ; Écologie microbienne, dynamique des populations (10 et 18). Le recueil des résumés [1] de communications témoigne de la diversité des approches et des microorganismes sur lesquels travaillent les laboratoires de l'INRA.

Les rencontres ont été l'occasion de discussions soit dans les ateliers organisés en soirée à l'instigation des participants, soit devant les posters. Discussions aussi avec Gérard Pascal, directeur scientifique de NHSA, qui a présenté les orientations des évolutions de structure qui venaient d'être arrêtées par la direction générale de l'INRA.

Le succès de telles rencontres, au-delà de la satisfaction généralement exprimée par les participants, est à apprécier dans la durée : en facilitant les échanges entre chercheurs de différents départements, en donnant une occasion aux plus jeunes d'entre eux de mieux connaître la diversité des travaux menés à l'INRA, en analysant des besoins et des propositions de collaborations, les Rencontres sont un moyen de renforcer la compétence et la cohésion de sa communauté de microbiologistes.
Contact : Jacques Laporte, NHSA, Jouy-en-Josas.

[1] Quelques exemplaires disponibles à la direction scientifique NHSA

Colloques

Organisés par l'INRA
ou auxquels participent des intervenants INRA

Nous ne signalons ici que les colloques dont l'annonce nous a été demandée mais il nous paraît intéressant de vous informer des thèmes de certains colloques même s'ils ont déjà eu lieu en indiquant leurs contacts. Vous pouvez également consulter www.inra.fr/Internet/Projets/colloque/annees.html et les annonces colloques de *Presse Info*.

Le **Vade-mecum colloques** vient d'être remis à jour. Il a pour objectif de rassembler les informations nécessaires pour faciliter l'organisation et la gestion d'un colloque. Cette procédure étant dorénavant déconcentrée, les principaux contacts de l'organisateur de colloques sont désormais le chef de département pour un éventuel soutien financier et le DSA et ses services pour la mise en œuvre technique et financière en lien avec la DIFAG. Par ailleurs, la mission communication peut, si besoin, aider pour la promotion des colloques via le Web ou la presse. Vous pouvez contacter le délégué communication de votre centre.
Contact Web : Michel Zelvelder
zelvelder@paris.inra.fr
Contact presse : presse@paris.inra.fr
Site Vade-mecum colloque :
www.inra.fr/intranet-colloque/>
http://www.inra.fr/intranet-colloque/vade-mecum/formulaires/Vademecum.pdf

- Images et imaginaires au cœur des échanges entre agriculture et société, Marciac (Gers), 6-7 août 2003. **IXe Université d'été de l'innovation rurale.** Elle propose de multiples formes d'échanges, dans l'ambiance de "Jazz In Marciac" ou dès maintenant sur Internet dans un forum de discussion. Site de la Mission Environnement et Société de l'INRA ; www.inra.fr/dpenv/imim01m03.htm programme et bulletin d'inscription sur le site de la Mission d'Animation des Agrobiosciences.

- Livestock Farming Systems, Telese Terme, Benevento, Italie, 25-28 août 2003, 6ème Symposium international organisé par Livestock Farming Systems Working Group (LFS WG) of the European Association for Animal Production (EAAP), ConSDABI, Istituto Sperimentale per la Zootecnia (ISZ) and Horse Commission of the EAAP. Avec la participation de chercheurs du département Systèmes agraires et développement de l'INRA. www.eaap.org/6thlfs.htm

- Fruit Breeding Section Symposium, colloque EUCARPIA, Angers, 1-5 septembre 2003.
État des lieux des recherches sur la génétique et la sélection chez les espèces fruitières.
Thèmes : Études génétiques des principaux caractères agronomiques (résistance aux bio-agresseurs, qualité des fruits, architecture de l'arbre...) / Culture *in vitro* et transformation génétique / Gestion et recherche sur les ressources génétiques / Programmes d'amélioration génétique par hybridation / Éva-

Faire connaître

luation des nouvelles variétés et porte-greffe (uniquement posters).
Contact : François Laurens, unité d'Amélioration des Espèces fruitières et ornementales, INRA Angers.
Tél. 02 41 22 57 63 laurens@angers.inra.fr
www.angers.inra.fr/eucarpia

- Université d'été de nutrition 2003, Clermont-Ferrand, organisé par l'INRA, le CRNH et l'université d'Auvergne à Clermont-Ferrand, 17-19 septembre 2003.


Photo : Christophe Maître
Salon International de l'Agriculture, Paris 2000. Stand de pains artisanaux.

Contact : programme scientifique : Christian Rémésy, Tél. 04 73 62 42 33. remesy@clermont.inra.fr. Inscriptions : Florence Bourges, tél. 04 73 62 46 79. Laetitia Robert, tél. 04 73 62 46 75.

- Neurobiologie et comportement alimentaire, Nouzilly, 25 septembre 2003.
Animation scientifique du centre de Tours organisée par le groupe Neurosciences. Programme provisoire et renseignements sur le site INRA Tours.
Contact : Inscription gratuite mais obligatoire auprès de Yves Tillet, INRA-PC, 37380 Nouzilly. Fax. 02 47 42 77 43.
tillet@tours.inra.fr
www.tours.inra.fr/tours/prmd/neuroscience/comportalim_sept03.htm

- Élevage de masse des arthropodes et contrôle qualité, Agropolis international, Montpellier, 21-25 septembre 2003.
10e réunion du groupe de travail de l'OILB. Thèmes : aliments artificiels et de substitution, outils pour le contrôle qualité, méthodes innovantes pour le contrôle qualité, techniques de production, contrôle qualité en post-production.

Formulaires d'inscription : www.amrqc.org/
Contact : Simon Grenier (UMR INRA/INSA de Lyon- Biologie Fonctionnelle, Insectes et Interactions (BF2I), INSA bâtiment Louis Pasteur, 20 av. A. Einstein, 69621 Villeurbanne Cedex. Tél. 04 72 43 79 88.
Fax. 04 72 43 85 34. sgrenier@jouy.inra.fr

- Réseau français des Parois, Le Croisic, 6-7 novembre 2003, journées organisées par l'unité de Recherche sur les Polysaccharides, leurs Organisations et Interactions (URPOI, INRA-Nantes) et le groupe de Physiologie et de Pathologie végétale (GPPV, université de Nantes). Appel à communications.
http://www.nantes.inra. fr/jrfp/index.html

- Multiplication végétative des ligneux forestiers, fruitiers et ornementaux, Valence et Lyon, organisé par le Groupe de la sainte Catherine, 25-28 novembre 2003.
Informations : www.inra.fr/Internet/Projets/SteCatherine/Fenetre.htm
Contact : Michel Verger, avenue de la Pomme de Pin, BP 20619, Ardon 45166 Olivet cedex. Tél. 02 38 41 78 86. Fax. 02 38 41 78 79
michel.verger@orleans.inra.fr

- Rencontres Recherches Ruminants, le congrès 3 R, centre des Congrès de la Villette, cité des Sciences et de l'Industrie, organisées par l'INRA et l'Institut de l'Élevage, 3-4 décembre 2003.
Leur objectif est de diffuser rapidement les résultats des derniers travaux de recherche entrepris dans les différents secteurs de l'élevage des ruminants et sur leurs produits.
Contact : Institut de l'Élevage.
Tél. 06 08 27 67 95 http://195.101.239.1/3R/pages/frame.htm

Autres

- Virus persistence and evolution, Saint-Malo, organisé par la Société européenne de virologie vétérinaire, l'AFSSA, l'ISPAIA, 24-27 août 2003.
Contact : Genevieve Clément, ISPAIA - Zoopole developpement BP 7, 22440 Ploufragan. Tél. 02 96 78 61 30.
Fax. 02 96 78 61 31
esvv2003@zoopole.asso.fr
www.zoopole.com/ispaia/esvv2003.htm

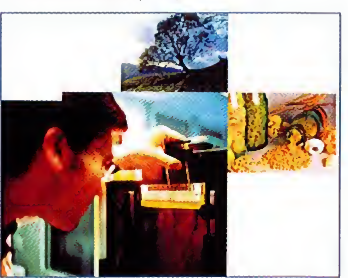
- Spectrométrie de masse et analyse protéomique, palais des congrès de Toulouse, organisé par la SFSM et collaboration avec la SFEAP, 16-19 septembre 2003.
Cette organisation conjointe reflète l'essor et l'impact de ces nouvelles stratégies d'analyse dans le domaine de la biologie et l'ère du post-génome. Cette initiative s'inscrit plus généralement dans la mise en place de rencontres pluridisciplinaires destinées à des communautés de scientifiques issus de domaines complémentaires afin d'aborder plus efficacement les enjeux de la recherche du 21ème siècle.
Informations : www.ipbs.fr/20jfsm/


Photo : Gilles Cattiau
Race caprine pyrénéenne.

- Bicentenaire de la naissance d'Henry Darcy (1803-1858). Milieux poreux et lois d'écoulement, ENESAD Dijon, organisé par la GFHN (Groupe francophone d'humidimétrie et des transferts en milieux poreux), en partenariat avec la SHF (Société hydrotechnique de France), 28e journées, 24-26 novembre 2003.
Le thème retenu permettra d'illustrer le rôle fondamental et l'actualité de la "Loi de Darcy" dans les travaux scientifiques touchant à des domaines variés : mécanique des fluides, transferts en milieux saturés ou non, milieux poreux et sols, transports de matière, microfluidique, nanotechnologies, biologie, espace rural et territoire... Les sessions scientifiques seront précédées de conférences sur la vie et l'œuvre d'Henry Darcy.
Informations : www.enesad.fr/darcy
Contact : darcy@enesad.fr

Nouveautés

- Rapport d'activité 2002, Mission Communication, 74 p.



Éditorial ; l'INRA aujourd'hui ; événements 2002 ; cinq priorités de recherche ; partenariats : scientifique, socio-économique, territorial, européen ; coopération internationale ; science et société ; les ressources humaines ; les moyens financiers ; organisation et structures.
Contact : Michel Zelvelder, Micom Paris.

Revues

- Archorales. Témoignages, tome 9, 2003, 196 p.
Michel Jaworek, Maurice Trunkenboltz, Charles Thibault, Sabine Weil, Jean Causeret, Jean Salette.

- INRA Sciences sociales. Pêche récréative et risques sanitaires : le cas des coquillages, article de Gildas Appéré, François Bonnieux, Pierre Rainelli, INRA-ESR, Rennes, n°3/02, avril 2003, 16ème année, 4 p.

La pêche à pied est une activité récréative importante pour les zones littorales, notamment de l'Ouest de la France, mais mal connue. L'analyse des réactions des pêcheurs à pied face aux risques encourus par des changements de qualité des eaux permet de fonder une estimation de la valeur de ce loisir et de chiffrer le préjudice subi lors d'une dégradation du milieu. Une méthode originale d'évaluation contingente fournit une mesure pertinente de cette valeur. Elle consiste à déterminer le nombre de kilomètres supplémentaires qu'un individu est prêt à faire pour bénéficier d'un site remplissant les conditions de salubrité maxima. L'analyse permet également de s'interroger sur le comportement du public vis-à-vis de l'information sur ces risques ainsi que sur la pertinence de la politique en matière d'information.

- Le Cahier des Techniques de l'INRA. Bulletin de liaison interne, n°48, avril 2003, 54 p.

Édito de *Daniel Vermeire* ; des premiers pas du *Cahier* à aujourd'hui... par *Yves et Madeleine Bonnet* ; lettre de Gérard Jacquin, directeur de la DISI ; étalonnage de capteurs de température de type thermistance à l'aide d'un calibrateur de température ; une introduction à la statistique descriptive univariée avec SPSS pour Windows ; comment rendre lisible un tableau complexe ? ; animaliers : échanges de techniques et de savoir-faire, les rencontres 2000 et 2001 ; liste par rubrique des articles parus.

- Les Cahiers Agrobiosciences, hors-série **Alimentation**, café des sciences et de la société du SICOVAL, Les *cahiers* sont édités par la Mission d'animation des Agrobiosciences, dir. Jean-Claude Flamant,
www.agrobiosciences.org

Les crises récentes de la production alimentaire ont mis à jour dans le fait de se nourrir une complexité sans égale, des paradoxes nombreux et des enjeux essentiels pour la société. Plus la société industrialise la production alimentaire, plus elle s'urbanise et renvoie au rang de souvenir touristique l'échange avec le monde rural, plus elle sort du cercle de la famille le fait de cuisiner renforçant la restauration collective, plus elle fragilise la confiance des individus dans la nourriture qui leur est proposée.

Ces hors séries reprennent quatre cafés des sciences au printemps 2000 : Alimentation : risques et lanceurs d'alertes, par Didier Torny, mars 2000 ; Expertise : neutralité ou responsabilité ? par Guy Paillotin, avril 2000 ; Les dualités de l'alimentation contemporaine, par Jean-Pierre Poulain, mai 2000 ; Complexité de la décision et de la gestion publique en cas de crise alimentaire, par Marion Guillou, juin 2000.

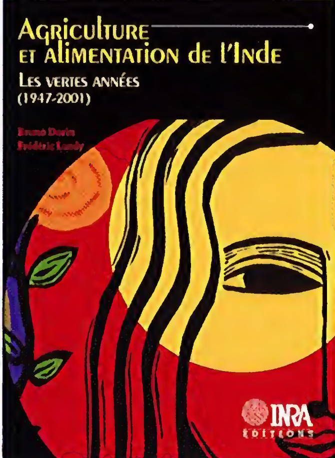
- Le courrier de l'environnement de l'INRA, Mission Environnement, www.inra.fr/dpenv

Pour les Éditions INRA

- voir leur site : www.inra.fr/ist.html
- un "4 pages" est joint à *INRA mensuel* une fois par an : *Info'nouveautés*, annonçant les nouvelles parutions.

- Annuaire de l'INRA 2003, 13e édition, INRA Éd., 2003, 192 p., 60€

- Agriculture et alimentation de l'Inde. Les vertes années (1947-2001), Bruno Dorin Frédéric Landy, INRA Éd., coll. Espaces ruraux, 2 002, 256 p. 65€.



Un agriculteur sur quatre dans le monde travaille en Inde où vit et mange plus d'un milliard d'habitants. Bilan inédit d'un demi-siècle d'économie agricole et alimentaire en Inde. Analysant d'abord les grandes filières dans leurs dimensions agricoles, industrielles et commerciales, ce livre investit ensuite trois thèmes fondamentaux : pauvreté et sous-nutrition, dégradation de l'environnement naturel, récente libéralisation des marchés. Ce livre explique comment la fédération indienne s'est hissée parmi les premiers producteurs mondiaux d'aliments, mais aussi pourquoi elle demeure un espace de grande pauvreté.

- De la haie aux bocages. Organisation, dynamique et gestion, coord. J. Baudry, A. Jouin, INRA Éd., 2003, 474 p., 58,00€

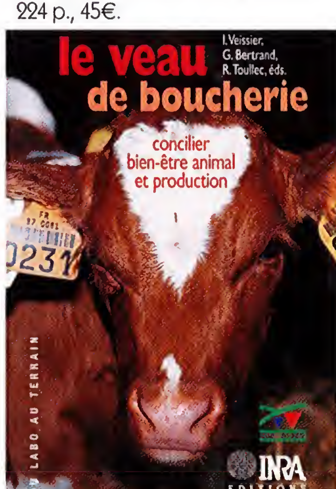
Donner les bases pour comprendre les bocages et définir des principes d'aménagement et de gestion des paysages, tel est l'objectif de cet ouvrage. La complexité d'un paysage bocager, ses multiples facettes humaines, techniques, écologiques sont démontrées, des méthodes d'analyse fournies. Un panorama de la diversité des haies et des bocages est ainsi dressé selon une approche pluridisciplinaire (écologie, agronomie, sciences sociales, hydrologie, géographie).

- Cultures en pots et conteneurs. Principes agronomiques et applications, F. Lemaire, A. Dartigues, L.-M. Rivière, S. Charpentier, P. Morel, INRA Éd., 2003, 232 p., 37€.



En 13 ans, les cultures ornementales hors-sol ont beaucoup évolué. Après un exposé clair et pédagogique des notions agronomiques fondamentales, les auteurs analysent la relation unissant étroitement les facteurs substrat, irrigation et fertilisation, qui interviennent dans les techniques de mise en place et de conduite des cultures. Cet ouvrage donne les bases du raisonnement nécessaires à la compréhension du fonctionnement de ce type de culture.

- Le veau de boucherie. Concilier bien-être animal et production, I.Veissier, G. Bertrand, R. Toullec, INRA Éd., coll. Du labo au terrain, 2003, 224 p., 45€.



Autour de cinq principaux facteurs d'élevage -alimentation, logement, maîtrise de la santé, transport, rôle de l'éleveur- les auteurs analysent les éléments qui peuvent satisfaire les besoins de l'animal au regard de sa biologie et influencer la qualité de la viande. Des solutions sont proposées pour améliorer les conditions d'élevage, à la fois pour le producteur (résultats techniques de l'exploitation) et les animaux (bien-être). L'avenir de la production est enfin abordé. Destiné à tous les acteurs de la filière, cet ouvrage traite essentiellement des veaux produits en élevage dit "intensif" mais la plupart des résultats et recommandations peuvent être transposés à d'autres types d'élevage.

Le local à l'épreuve de l'économie spatiale. Agriculture, environnement, espaces ruraux, A. Torré éd., INRA Éd., 2003, 216 p., 25€.

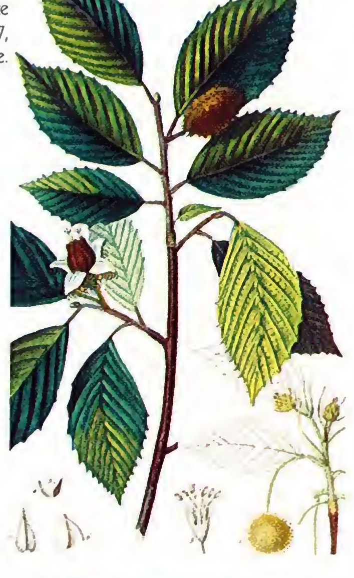
Terroirs, régions, espaces naturels et ruraux : la référence au territoire est devenue aujourd'hui incontournable pour rendre compte des activités agricoles et agroalimentaires. Les avancées récentes de l'économie spatiale et régionale permettent ainsi de nouvelles lectures du territoire et de ses relations à la sphère agricole. De la Caraïbe à l'Andalousie, de la montagne corse à la Garonne, les auteurs témoignent de la richesse de ces nouveaux regards sur l'ancrage territorial des processus agricoles et agroalimentaires, sur les dynamiques des espaces ruraux et sur l'analyse des processus agri-environnementaux.

- Prendre soin de la nature ordinaire, C. Mougenot, coéd. INRA-MSH, 2003, 230 p., 36,00€.

Les parcs et les réserves ont été longtemps les seuls instruments de la protection de la nature remarquable. Aujourd'hui, les friches industrielles, les sentiers, les bocages, les mares ou les prairies sont reconnus pour leur rôle essentiel dans la conservation. Natures ordinaires, dont il faut prendre soin. Dans quels projets ? Selon quelles procédures et avec quelles expertises ?

Faire connaître

Flore médicale, décrite par F.P. Chaumeton, Chamberet et Poiret, peinte par Mme E. Panckoucke et P.J.F. Turpin, tome quatrième, Paris, 1817, Éd. C.L.F. Panckoucke.



n°47, octobre 2002, 150 p. : Les Français et leurs sols : prospective à l'horizon 2030 / systèmes de grande culture intégrés / la mise en place des CTE dans la Meuse / zones humides du littoral maritime / le bioterrorisme agricole.
n°48, février 2003, 138 p. : les grands prédateurs contre l'environnement ? ; phosphore, azote et prolifération des végétaux aquatiques ; la maladie du boeuf hongrois ; la vache laitière à haute qualité territoriale.

- Flair Flow Europe 4 (FFF 4) projet initié par la Commission européenne pour diffuser les résultats de la recherche dans le domaine des industries agro-alimentaires. Ce projet s'inscrit dans le champ d'action du 5e programme cadre de la recherche et du développement technologique. Il regroupe 24 pays participants.
Coordonnateur Jean-François Quillien.
www.flair-flow.com
• Les antioxydants dans l'alimentation par Kristiina Pelli et Marika Lyly VTT Biotechnology, Finlande, Consommateurs n°3, janvier 2003, 28 p.
• Les mycotoxines par Jean-François Quillien, PME n°3, octobre 2002, 24 p.
• Capteurs par Finn Holm, Food Group Denmark, Danemark, PME n°4, janvier 2003, 36 p.

- Insectes. Les cahiers de liaison de l'OPIE, n°128, 1er trimestre 2003, 40 p., 7,6€ (Abonnement de 4 n°s : 28,21€) www.inra.fr/OPIE-Insectes/pa.htm
L'arbre mort au fond du jardin / Papillons de la Réunion / Les plantes insectivores / Faune entomologique de l'if / Les spermatozoïdes géants de la drosophile / Migrations de papillons de France.

- Agricultures. Cahiers d'études et de recherches francophones, Éd. John Libbey Eurotext, 18€, www.john-libbey-eurotext.fr
vol.11, nov.-déc.2002, 67 p. : fauche de *Stipa lagascae* et réhabilitation des terres privées en Tunisie pré saharienne ; le rôle déterminant de la prestation de service dans la production de canne à sucre en Guadeloupe (Antilles françaises) ; fertilisation phosphopotassique du blé dur en culture intensive en Tunisie ; callogenèse et micropropagation de *Bidens pilosa Linn* ; modélisation de la gestion territoriale des cultures dans les exploitations agricoles (cas de la grande culture) ; la multifonctionnalité de l'agriculture genèse et fondements d'une nouvelle approche conceptuelle de l'activité agricole.
vol.12, janv.-fév. 2003, 63 p. : étude de la micro tubérisation de la pomme de terre au Sahel ; l'arbre dans l'espace agricole du plateau de Vineta ; effet de différentes poudres végétales sur l'infestation des semences de légumineuses et de céréales au cours de la conservation au Kivu ; accumulation des éléments traces métalliques par le ray-grass cultivé sur des sols amendés par des boues de stations d'épurations ; effet des boues urbaines sur la production de la pomme de terre ; résistance du platane au chancre coloré : réactions de défense de la plante et perspectives d'amélioration.

- Cahiers d'Économie et Sociologie rurales, INRA, n°65-4e trimestre 2002, 80 p., 25€ le n°, le n° double 35€ (Abonnement de 4 n°s/an : 70€)
Quality assurance and pork exports in Denmark/Signes de qualité et qualité des signes : une application au marché du camembert/Réflexions à propos du *Handbook of Agricultural Economics*.

- Sécheresse, Éd. John Libbey Eurotext, vol.13, n°4, oct.-nov.-déc. 2002, 84 p., 21€ pays du Nord, 11€ pays du Sud, (4 n°s : 56€)
www.john-libbey-eurotext.fr
Spécial Amérique latine : Pérou / Mexique / Brésil.

- La Garance Voyageuse, revue du monde végétal, n°61, printemps 2003, 74 p., 8€ (abonnement d'1 an, 4 n°s 22,5€ autres pays 29,5€) garance@wanadoo.fr ou //garance.voyageuse.free.fr
Parfums de plantes

- La Recherche hors série. La terre, 2003, 98 p., 6,50€.
Paysages de l'extrême / la nouvelle carte du pôle Nord / des forêts en mouvement / la Méditerranée à sec ? / retour sur l'hypothèse Gaïa.

Livres

- Nondestructive characterization and imaging of wood, Voichita Bucur éd. Springer Verlag, coll. Springer series in Wood Science, soutien financier de la Communauté urbaine du Grand Nancy, du LERMAB et du centre INRA de Nancy, illustrations en couleur.

- Fixation symbiotique de l'azote et développement durable dans le Bassin méditerranéen, J.J. Drevon, B. Sifi éd., 2003, 418 p., 67€. Carthage (Tunisie), 13-16 octobre 1998, Montpellier (France), 9-13 juillet 2000.
Rassemblant les contributions de plus de 90 chercheurs du groupe FABAMED (groupe coopératif de recherche sur la fixation d'azote dans le Bassin méditerranéen), ce livre présente une synthèse des connaissances sur la fixation symbiotique de l'azote par des légumineuses, son adaptation aux contraintes environnementales (salinité, sécheresse), sa contribution au développement d'agricultures durables en zones méditerranéennes.

- Olivier de Serres et l'évolution de l'agriculture, Jean Boulaine et Richard Moreau, Éd. L'Harmattan, coll. Les acteurs de la Science, 2002, 124 p., 11 €.
On a célébré en 2000 le quatrième centenaire de la publication du *Théâtre d'Agriculture et Mesnage des Champs*, d'Olivier de Serres, dont le sixième seulement porte sur l'agronomie telle que l'entend le grand public, c'est-à-dire les productions céréalières et le traitement des prairies. À elle seule, elle suffit à faire la renommée de l'auteur à la fin du siècle des Lumières. Après une période d'oubli, le livre du maître de Pradel, domaine ardéchois d'Olivier de Serres, inspira en effet les Physiocrates et l'agronomie débutante. L'édition de 1804 eut un énorme succès qui ne s'est plus jamais démenti. Ensuite, l'ouvrage fut réédité et très diffusé et son auteur devient le porte-drapeau de l'agronomie moderne, bien que la plus grande partie de son texte ait été obsolète. Le phénomène Olivier de Serres a duré jusqu'à nous.

- Le hêtre autrement, coordonné par Gérard Armand, 2003, édité par l'Institut de Développement forestier, Paris, 264 pages, 40€.
Le hêtre a-t-il le potentiel d'une essence à croissance rapide ? Conduit d'une manière rigoureuse et intensive, le hêtre peut produire un bois de qualité avec des révolutions beaucoup plus courtes que ce que la tradition nous disait il y a quelques décennies.
L'idée d'une sylviculture très dynamique avait déjà été préconisée dans l'ouvrage collectif *Le Hêtre*, publié par l'INRA, que j'ai coordonné en 1981. La transition de la futaie régulière classique à une révolution de 144 ans et plus, vers une futaie à révolution inférieure à 100 ans, est maintenant visible dans les aménagements et sur le terrain. Cependant, le penser ou l'écrire est plus simple que de le réaliser. Il fallait un guide que constitue cet ouvrage.
Ce livre, moderne, n'hésite pas à remettre en question certaines règles de l'ouvrage de 1981. En voici un exemple. Dans *Le Hêtre, 1981*, une relativement forte densité de plantation était préconisée pour réduire la tendance à la fourchaison : 5 000 plants/ha local. Cette règle prenait son inspiration dans des expériences allemandes à plusieurs densités de plantation. Les essais plus récents que l'INRA et l'ONF ont installés et suivis en forêt domaniale de Lyons (76) ont permis de préciser le rôle de la densité de plantation et, surtout, de montrer que seules des densités extrêmement élevées pouvaient éventuellement réduire le taux de fourchaison. Or, planter dense est impossible à l'heure actuelle, compte tenu du prix des plants et de la plantation. Ainsi, les auteurs de l'ouvrage ont-ils "fait le pas" : 800 à 1 600 plants/ha suffisent. Mais il

faudra tailler et élaguer. Ce seul exemple illustre le fait qu'une sylviculture du hêtre à faible révolution est une sylviculture intensive, une culture d'arbres. L'ouvrage fourmille d'autres exemples concrets se référant aussi à la régénération naturelle, mode majeur de reconstitution des hêtraies à l'heure actuelle.

Je souhaite, en tant que sélectionneur, insister sur un point. La régénération naturelle est la voie royale lorsque l'on a la certitude que la ressource sur pied est d'origine locale. Mais jusqu'au début des années 1970, un nombre élevé de plantations avait été réalisé avec du matériel forestier de reproduction d'origine inconnue ou douteuse : on connaissait parfois la pépinière d'élevage. Dans 30 ans ces peuplements entreront dans la phase de régénération. Or les régénérer naturellement conduit à prendre un double risque :

• pérenniser une ressource mal adaptée à nos conditions climatiques : les provenances d'Europe centrale débourrent au printemps, plus tôt que les nôtres, s'exposant ainsi à des dégâts de gel,

• abâtardir en une génération la ressource locale qui en a pris des dizaines pour s'adapter.

Sur ce point, il faut être intraitable pour ne pas transmettre à nos enfants un patrimoine frelaté. Il faut planter. Et si on entend souvent : "le pépiniériste n'a pas la provenance conseillée", rappelez-vous que ceux-ci ne sont pas des supermarchés de matériel forestier de reproduction, mais des détaillants à qui l'on peut, on doit même, passer commande.

Pour conclure, il faut rendre hommage aux nombreux auteurs de cet ouvrage, notamment François Ningre et plusieurs autres chercheurs de l'INRA de Nancy, d'avoir validé par un nombre élevé de références de terrain, d'études de cas, voire même de rattrapage de situations mal engagées, des idées qui avaient commencé à faire leur chemin il y a 20 ans.

Cet ouvrage sera une référence, comme l'a été, et l'est encore manifestement, l'ouvrage de 1981.

Éric Teissier du Cros
Recherches forestières méditerranéennes, Avignon

- Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie, Roland Vilaginès, 2e édition, Éd. TEC& DOC Lavoisier, 208 p., 50€ www.Lavoisier.fr

C'est un résumé approfondi des origines, du devenir et des traitements des eaux destinées à la consommation publique. Il traite de leurs principales pollutions (chimiques, microbiologiques et radioactives), des risques qu'elles font encourir à la santé publique, ainsi que des technologies actuelles susceptibles d'en assurer l'éradication.

- OGM et santé. Rapport bi-académique. Académie nationale de médecine/Académie nationale de pharmarcie, animateur : Alain Rérat, Éd. TEC&DOC Lavoisier, 108 p., 40€ www.Lavoisier.fr

Cet ouvrage est une analyse approfondie des risques sanitaires pouvant éventuellement résulter de leur utilisation en alimentation et en thérapeutique.

- Écologie. Approche scientifique et pratique, Claude Faurie, Christiane Ferra, Paul Médori, Jean Dévaux, Jean-Louis Hemptine, 5e édition, Éd. TEC&DOC Lavoisier, 432 p., schémas, photographies, tableaux, 55€ www.Lavoisier.fr

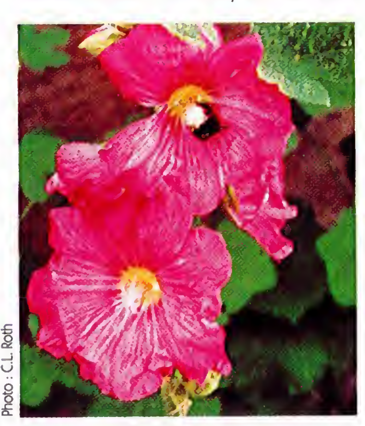
- Éditions le Pommier, coll. Les petites pommes du savoir, 2003, 64 p. 3,90€ :

• D'où vient la vie ?
Marie-Christine Maurel, n°21
• Les odeurs nous parlent-elles ?
Pierre Laszlo, n°22
• Doit-on croire au big-bang ?
Alain Bouquet, n°23
• Qu'est-ce qu'une goutte d'eau ?
David Quéré, n°24
• Y a-t-il un bon régime ?
Michel Hautecouverture, n°25,
• Pourquoi les feuilles sont-elles vertes ? Paul Mathis, n°26
• À quoi sert la bioéthique ?
Jean-Paul Thomas, n°27
• Peut-on encore manger sans peur ? Pierre Feillet, n°28

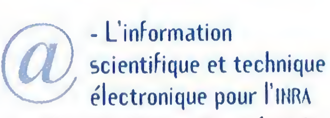
- Qu'est-ce que l'humain, Pascal Picq, Michel Serres, Jean-Didier Vincent, Éd. Le Pommier, le collège de la cité, 2003, 124, 6€.

Alors qu'est-ce qui spécifie l'humain ? Trois réponses venues de trois disciplines : la neurobiologie, en un va et vient entre sciences cognitives et biologie du système nerveux, la paléoanthropienne, à la charnière de la théorie de l'évolution et de la préhistoire, et la philosophie.

- Des plantes utiles aux abeilles, édité par l'Union nationale de l'apiculture française qui édite également la revue *Abeilles et fleurs*, 26 rue des Tournelles 75004 Paris. Tél. 01 48 87 47 15. Fax. 01 48 87 76 44.
Contact : C.L. Roth à l'ENVA : //uiabotanique.free.fr


Photo : C.L. Roth

Bases de données



- L'information scientifique et technique électronique pour l'INRA

Dans le cadre de sa politique [1] d'information scientifique et technique, l'INRA a mis en place une offre d'acquisitions électroniques. Celle-ci permet de répondre aux besoins bibliographiques essentiels de l'ensemble de la communauté scientifique INRA à une échelle nationale et tous les utilisateurs peuvent accéder aux mêmes ressources : plateformes de bases de données telles que le web of Knowledge de l'ISI [2] comprenant : les *Current Contents* et le WEB of Science (ressource clé de la littérature internationale scientifique), la base agronomique des CAB (Commonwealth agricultural bureau), la base agro-alimentaire (FSTA) Food Science and Technology Abstracts et plus de 2600 revues électroniques en texte intégral, de grands éditeurs d'information scientifique : Reed Elsevier, Nature Publishing Group, AAAS (Science), Blackwell, Wiley, Springer et Kluwer. L'"écran chercheur" devenant ainsi sa bibliothèque virtuelle.

Ces ressources éditoriales numériques sont accessibles via deux portails :

Portail 1 : toute personne INRA connectée à l'Internet par numéro Internet Protocole (IP) du réseau INRA a accès à l'ensemble des ressources de façon transparente.

Portail 2 : Toute personne ayant un n° IP appartenant au domaine d'un autre organisme, ou accédant par un fournisseur d'accès privé (AOL, Wanadoo...) peut accéder par le portail 2 avec un mot de passe.

Pour accéder aux portails, se rendre sur l'Intranet IST : www.inra.fr/intranet-ist/ rubrique revues et BDD ou directement par l'adresse suivante : www.inra.fr/Internet/Projets/ist/plateformes/index.htm

Les rubriques disponibles sur les portails sont :

• accès aux plateformes (revues et bases de données)
• accès selon liste alphabétique aux revues électroniques et aux bases de données
• conditions d'accès
• droits et devoirs des utilisateurs
• configuration requise
• assistance

Cette première étape, qui est une période transitoire d'administration de l'ensemble des plateformes de différents éditeurs, devrait, à la fin du 3ème trimestre 2003, être parfaitement opérationnelle. La réalisation d'un système d'identification voire d'authentification permettra à tous les ayants droits INRA, UMR, d'accéder aux plateformes par un unique portail en quelques lieux qu'ils se trouvent.

Des professionnels IST au service des utilisateurs

• **Au niveau national**

Le GRAP (Groupe d'administration des plateformes) est une instance DISI IST chargée de la gestion et de l'administration des nouvelles ressources en IST pour l'INRA (Grap@versailles.inra.fr). Il est constitué de professionnels de l'IST basés à Jouy-en-Josas et Versailles en liaison avec les éditeurs des plateformes. Ce groupe travaille en collaboration avec la DISI SI pour les aspects informatiques et réseaux.

• **Au niveau régional**

Les équipes régionales en IST (ERIST) sont les professionnels IST de chaque centre qui, dans cette opération, proposent des formations et des conseils aux chercheurs pour une utilisation optimale de toutes les potentialités multiples et évolutives proposées par les éditeurs de plateformes (profils, espace personnalisé, déchargement et constitution de fichiers personnels via des logiciels bibliographiques, aide ou information élaborée à valeur ajoutée, veille).

Un outil de communication IST

• **L'Intranet IST**

La nouvelle version du site intranet dédié à l'information scientifique et

Faire connaître

technique a été mise en ligne par la DISI IST au début de l'année 2003. Le site est un espace d'échange et de communication qui met à disposition des internautes de l'INRA, les orientations de la politique IST, des actualités, des ressources électroniques, des outils et des guides, des comptes-rendus de réunions, des informations sur les projets en cours, un annuaire des personnes ayant une fonction liée à l'IST à l'INRA, une sélection de sites thématiques et de nombreux liens avec d'autres sites nationaux.

Geneviève Lacombe,
DISI, Directrice déléguée à l'Information scientifique et technique

[1] Politique IST, décembre 2001, consultable sur l'Intranet IST, rubrique IST à INRA-LA DISI/IST.
[2] Institute for Scientific Information.



Audiovisuel

La forêt

À l'occasion du Congrès forestier mondial à Québec fin septembre, le département "Forêts et milieux naturels" a souhaité une série de films courts sur les recherches forestières. Les thèmes retenus portent sur la mémoire des forêts avec Jean-Luc Dupouey et Étienne Dambrine (Nancy) ; sur les sites ateliers en forêt de Hesse avec André Granier (Nancy) et Denis Lousteau (Pierroton) ; sur le bois et sa diversité (Nancy) ; sur la pathologie forestière par Jean Pinon et Brigitte Lung.
Contact : Michelle Cussenot
cussenot@nancy.inra.fr
Gérard Paillard paillard@paris.inra.fr


Photo : Gérard Paillard


Photo : Michel Meuret

Page de garde

Les raisons de garder les chèvres

"Pourquoi continuer aujourd'hui à pratiquer la garde ?" Telle fut la question posée par le Syndicat caprin de la Drôme à un chercheur de l'INRA qui étudie la conduite des troupeaux au pâturage par des bergers et des chevriers. Un film de 30 mn a été réalisé sur le terrain ; il présente trois portraits de chevrières ayant choisi de garder leur troupeau, plutôt que de mettre ce dernier en parcs ou de l'alimenter à l'intérieur avec du foin. Son fil conducteur est une discussion entre un docteur vétérinaire et un chevrier en retraite.
Contrairement aux idées préconçues, la garde ne peut se résumer à une planche de salut pour des éleveurs en mal de foncier et de ressources fourragères. Loin d'être une corvée, c'est bien au contraire pour ces trois femmes un moment salutaire, une activité qui leur permet de mieux vivre. *Bien-être*, *plaisir* et *repos* en sont les mots-clefs. Des mots devenus rares en agriculture...
Réalisation : Michel Meuret-INRA/SAD Avignon
Sur une idée du Syndicat caprin de la Drôme.
Disponible : à la vente, en cassette VHS Pal aux Éditions INRA ou auprès du chargé de communication de votre centre ou votre responsable de site.
Contact : meuret@avignon.inra.fr

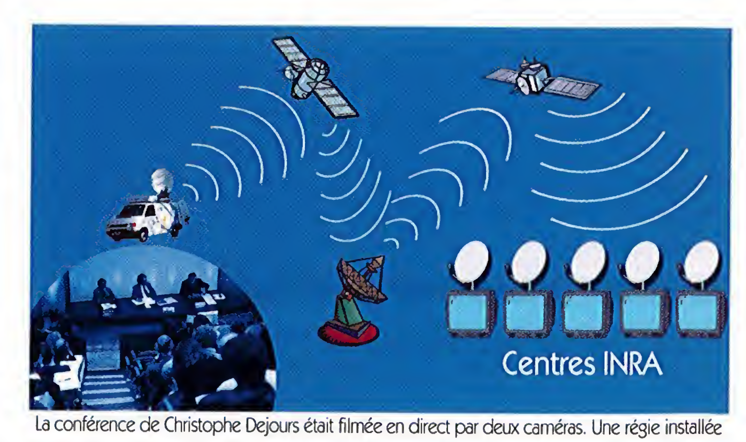
La pomme de terre

Le film porte sur l'étude d'une maladie virale de la pomme de terre : des aspects techniques sur les méthodes de diagnostic des virus, les essais en champ dans la région de Marmande pour obtenir des variétés résistantes.
Tourné au fil des saisons, la première projection de ce film aura lieu au "12th meeting of the Virology Section of the European Association of Potato Research" en juin 2004.
Conseiller scientifique : Camille Kerlan, kerlan@rennes.inra.fr
Réalisation : Gérard Paillard, paillard@paris.inra.fr
Production : INRA-GNIS

Vidéotransmission d'une conférence sur l'évaluation du travail

Cette conférence-débat de "Sciences en Questions", par Christophe Dejours a été diffusée en vidéotransmission dans les centres de Rennes, Toulouse, Orléans, Nancy et Clermont-Ferrand.

À l'INRA, la vidéotransmission a été utilisée deux fois avec succès. La première, en 1991 à l'occasion du projet d'établissement. Une émission expliquant ce projet a été diffusée en direct depuis le studio de la direction de la Communication à Jouy-en-Josas vers Paris et plusieurs centres de provinces (Toulouse, Clermont-Ferrand et Tours). Après un exposé d'une demi-heure sur les futures structures de l'INRA, les participants ont répondu en direct aux questions posées. Cette opération a été particulièrement réussie.
"Sciences en Questions" organise depuis 1995 des conférences-débats sur des thèmes touchant la recherche. Ces débats sont publiés par INRA Éditions dans la collection du même nom. Pour élargir le public de ces conférences, certaines ont été diffusées en cassette vidéo. Mais cela n'a pas rencontré le succès escompté. Les organisateurs ont donc décidé de tenter l'expérience et d'utiliser la vidéotransmission pour donner une audience plus large à "Sciences en Questions", sortir les conférences-débats du site parisien et toucher un public plus large en régions.
La technique a évolué, les transmissions sont devenues numériques et leurs coûts ont considérablement diminué.
Daniel Renou chargé de mission à la Formation permanente a initié un nouveau projet de vidéotransmission et a convaincu cinq centres, Rennes, Tou-



La conférence de Christophe Dejours était filmée en direct par deux caméras. Une régie installée en coulisse mélangeait le direct avec la présentation de l'INA P-G, les sous-titres et le générique. Le signal était dirigé vers le camion émetteur de Globe Cast situé dans la cour, puis envoyé au Nodal via un satellite pour être enfin redirigé vers un satellite de forte puissance.
Celui-ci émettait en direction des centres INRA équipés de paraboles pour la réception avec une seconde et demi de retard vu les 114 000 kilomètres à parcourir.

louse, Orléans, Nancy et Clermont-Ferrand de s'équiper en matériel de réception. Le coût modique de l'équipement était à la charge des centres, les coûts de production et de diffusion revenant à la formation permanente.
Le groupe "Sciences en questions" a choisi de transmettre la conférence de Christophe Dejours, "L'évaluation, à l'aune du travail" le 20 mars dernier.
La cellule Audiovisuelle de la mission Communication a assuré la réalisation de l'opération, c'est-à-dire l'installation des antennes en collaboration avec les équipes des centres sur les sites, la captation vidéo à l'INA P-G et sa retransmission par satellite. À cette occasion, elle a également réalisé un film présentant l'INA-PG, école des futurs ingénieurs qui accueille les débats de "Sciences en questions" depuis des années.
Ont été également réalisés une cassette VHS et un DVD qu'il est possible de vous procurer auprès de votre responsable de la Formation permanente ou du chargé de communication de votre centre.

Contact : Daniel Renou
renou@ nantes.inra.fr
Gérard Paillard : paillard@paris.inra.fr
ou audiovis@paris.inra.fr

La cinquième biennale du Festival International du Film de l'Insecte

15 au 19 octobre 2003 - Prades
//opielr.free.fr/Fifi.htm

Cédérom

- **Santé animale.** Publications 1994-2002. Éléments de Bibliométrie, journée d'animation scientifique du département, mai 2003. Département de Santé animale.

En ligne

- **Rapports scientifiques sur le site de la direction générale.** Dans la perspective du développement des priorités scientifiques de l'Institut, différents chantiers et missions ont été confiés à des chercheurs ou à des groupes de travail dont les rapports finaux ou intermédiaires sont disponibles : "Forêts, milieux naturels et activités qui leur sont liées", "Unités expérimentales", "Aliment, alimentation, nutrition", "Développement durable". www.inra.fr/dg/college/Chantiers College/sommaire.htm

- **Quelques questions posées par la génomique.** Rapport de Guy Riba, mars 2003, 14 p. en ligne sur le site de la direction générale (format PDF). www.inra.fr/dg/college/ChantiersCollege/QuestionsGenomique.pdf

- **Les relations entre le CIRAD et l'INRA - Éléments de bilan (1998-2002),** par Jean Boiffin (INRA) et Jean-Louis Muron (CIRAD). Document PDF (11 p.) disponible sur le site de la direction générale de l'INRA. www.inra.fr/dg/documents/Bilan_INRA_CIRAD_2003.pdf

- **Charte relative aux modalités d'utilisation du réseau administratif par les organisations syndicales de l'INRA.** Dans le cadre des recommandations interministérielles du ministère de la fonction publique du 19 juin 2001 relatives à l'utilisation des nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC) par les organisations syndicales, l'INRA décide d'ouvrir l'accès de son réseau administratif à ses organisations syndicales afin de faciliter et moderniser le dialogue social en le faisant entrer dans la société de l'information.
Tel est l'objet de la charte présentée au CTP le 1er avril 2003. NS n°2003-36 du 15 avril 2003.

- **Rapport sur les ressources génétiques** maintenues au département Génétique et Amélioration des Plantes . Rapport de l'enquête menée au sein du DGAP, avril 2003, 25 pages (disponible en intranet au format PDF). www.inra.fr/Intranet/Departements/gap/actualite/infosgap/ressources-genetiques/Synthese-finale.pdf

- **Groupe de Bruges.** Le Groupe de Bruges désire convier la société à une réflexion collective autour de la place de l'agriculture dans l'Europe du 21e siècle. Actualités, publications, contributions... Ainsi Edgard Pisani, ancien ministre de l'Agriculture de la France et ancien Commissaire européen, fondateur, avec Bertrand Hervieu, du Groupe de Bruges, livre quelques réflexions fortes. www.groupedebruges.org

- **Politique en faveur de l'innovation.** Sur le site du ministère de la "Recherche et Nouvelles Technologies", résultats de la consultation nationale sur le plan innovation, mesures proposées après le colloque du 9 avril sur la politique en faveur de l'innovation, résumé du colloque, interventions de Claudie Haigneré...
www.recherche.gouv.fr/colloque-innovation/inscriptions/index.htm

- **Rapport d'experts sur l'alimentation, la nutrition et la prévention des maladies chroniques.** L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) publient un rapport d'experts indépendants sur l'alimentation qui servira de base pour élaborer une stratégie mondiale de lutte contre la charge croissante des maladies chroniques. Le document reprend les connaissances scientifiques les plus actuelles sur les liens existant entre l'alimentation, la nutrition, l'exercice physique et les maladies chroniques.
Présentation du rapport en français www.fao.org/french/newsroom/news/2003/16851-fr.html (salle de presse de la FAO, 23 avril 2003). Rapport intégral : www.fao.org/DOCREP/005/AC911E/AC911E00.HTM (en anglais - 149 pages).

- **Nouveaux programmes de recherche sur les expérimentations d'OGM en 2003.** Communiqué de presse du ministère en charge de l'Agriculture (9 avril 2003) annonçant la mise en ligne d'informations sur de nouvelles expérimentations de plantes transgéniques. www.agriculture. gouv.fr/spip/actualites_a2063.html
Les dossiers de recherche des nouvelles demandes (de Biogemma, du GEVES, de Syngenta, Pioneer, Monsanto... concernant des maïs, fétuque, tabac...), l'avis de la CGB et les fiches d'information destinées au public (Fip) sont disponibles sur le site OGM du ministère en charge de l'Agriculture.
www.agriculture.gouv.fr/OGW/ogm.htm

- **Avis de l'AFSSA sur des maïs et colza génétiquement modifiés.** À consulter sur le site de l'AFSSA avis sur la mise sur le marché d'un maïs et d'un colza génétiquement modifiés ainsi que sur un rapport des autorités néerlandaises concernant la mise sur le marché d'un maïs génétiquement modifié. L'AFSSA estime insuffisantes les données fournies dans les dossiers et refuse d'émettre des avis. Communiqués du 16 avril 2003. www.afssa.fr/accueil.asp

- **Évaluation des risques et bénéfices nutritionnels et sanitaires des aliments issus de l'agriculture biologique.** Rapport de l'AFSSA (186 p.), réalisé avec la participation de plusieurs personnalités de l'INRA. Ce rapport est présenté avant sa finalisation pour discussion sur le site internet de l'AFSSA. Des observations peuvent être envoyées à l'adresse suivante : agribio@afssa.fr pendant la **phase de consultation** d'une durée de 6 semaines. Des contributions complémentaires pourront ensuite être annexées au rapport final. Communiqué AFSSA, 29 avril 2003.
www.afssa.fr/actualites/index.asp?id_theme=1086&id_info=5312

[1] Quelques exemplaires disponibles à la Direction scientifique NHSA

- **La qualité de l'eau et de l'assainissement en France.** Rapport de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, mars 2003, en ligne sur le site du Sénat. www.senat.fr/rap/l02-215-1/l02-215-1.html
Annexes : www.senat.fr/rap/l02-215-2/l02-215-2.html

- **Un nouveau site du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et des Affaires rurales :** www.agriculture.gouv.fr

- **Bilan 2002 du fonctionnement du réseau "Aliment Recherche".** Le réseau "Aliment Recherche" a été créé en 1998 par l'INRA, l'AFSSA, le CEMAGREF, l'IFREMER et le CIRAD pour diffuser au sein de la communauté agroalimentaire française (industriels, chercheurs, centres techniques, organisations professionnelles) des informations relatives à la recherche, favorisant ainsi les coopérations entre tous les acteurs. Le CRIAA, unité de la DISI qui coordonne ce projet, vient de publier le bilan 2002 de fonctionnement du réseau. Bilan 2002 au format PDF www.inra.fr/aliment-recherche/bilan-2002-light.pdf sur le site "Aliment recherche" www.inra.fr/aliment-recherche. ■

n°116
INRA mensuel
Journal interne, avril-mai 2003

Actualités scientifiques

3 L'amélioration génétique de la vigne

L'homme a sélectionné la vigne, liane à l'état sauvage au cours des siècles pour obtenir des raisins plus gros, plus sucrés, plus aromatiques. Les vignes les plus appréciées ont été multipliées par marcottage et bouturage. Cette sélection, plus ou moins dirigée et empirique, a conduit aux variétés d'aujourd'hui. Ce travail d'amélioration se poursuit : conservatoires de ressources génétiques, création de nouvelles variétés, marqueurs moléculaires pour définir des empreintes génétiques. L'INRA de Colmar étudie le génome de la vigne, l'amélioration génétique pour la résistance aux maladies, la régularité de rendement, l'adaptation au climat et la qualité du raisin. *Frédérique Pelsy* et *Didier Merdinoglu*, Colmar.

6 Un nouveau mécanisme de tolérance des plantes au sel

La plupart des plantes sont sensibles à la présence de sel dans le sol.Deux grandes stratégies de résistance au sel chez les plantes ont été identifiées : limiter l'entrée de sodium au niveau des racines et le séquestrer dans les vacuoles cellulaires des feuilles. Un nouveau mécanisme de tolérance au sel a été découvert : la plante protège ses feuilles, donc sa capacité de photosynthèse, en ré-exportant le sodium des feuilles vers les racines par le flux de sève descendant, de façon à rendre possible une ré-excrétion dans le sol. Le gène responsable a été identifié chez *Arabidopsis thaliana*. Texte préparé par *Pascale Mollier*, Paris ; *Hervé Sentenac, Pierre Berthomieu, Éric Mignard, Jean-Pierre Grouzis*, Montpellier.

8 Les fragiles reliques de la forêt européenne

Pendant les longs épisodes glaciaires au Quaternaire, la forêt européenne s'est trouvée réduite à quelques refuges dans les péninsules ibérique, italienne et balkanique ; jusqu'ici considérés comme un réservoir de diversité génétique pour les espèces forestières qu'ils abritaient. Neuf équipes, dans un programme européen coordonné par l'INRA, ont montré que la réalité était plus complexe. En étudiant 22 espèces d'arbres sur 25 sites différents, les chercheurs ont montré que les populations étaient génétiquement très différentes d'un refuge glaciaire à l'autre. Cependant, la diversité génétique de chaque espèce dans un refuge donné est assez pauvre. Ces populations, très "typées", présentent un grand intérêt en terme de ressources génétiques, mais sont aussi les plus fragiles en cas de changement climatique, car moins capables de s'adapter. C'est au contraire dans les régions où ces diverses populations se sont rencontrées et croisées lors de la recolonisation de l'Europe que la diversité génétique des différentes espèces d'arbres est la plus importante. *Rémy Petit*, Pierroton.

9 Mieux connaître la biologie de la bactérie de l'anthrax : le détour par *Bacillus cereus*

Bacillus cereus est une bactérie pathogène de l'homme et des animaux susceptible de contaminer les aliments. Sa séquence complète a été établie et comparée aux informations disponibles sur *B. anthracis*, le bacille de l'anthrax, responsable de la maladie du charbon, et *B. thuringiensis*, utilisée comme bio insecticide ou pour produire des plantes transgéniques résistantes aux insectes ; consolidant ainsi l'hypothèse de l'origine commune de ces trois bactéries. Des découvertes importantes sur leur biologie, notamment sur les mécanismes de l'infection par *B. cereus*, ont été faites. Ces résultats devraient permettre de mieux comprendre la biologie de *B. anthracis* et de détecter plus efficacement ces différentes espèces de bactéries. *Alexei Sorokine*, Jouy-en-Josas.

11 Les gènes essentiels de la vie : une bactérie peut survivre avec seulement 271 de ses gènes

Bacillus subtilis peut survivre avec seulement 271 des 4100 gènes qu'elle possède.
S. Dusko Ehrlich, Jouy-en-Josas.

Suivre l'impact du climat sur les arbres fruitiers et la vigne. La base de données PhénoClim

L'impact de la problématique du réchauffement climatique sur certaines productions agricoles comme les grandes cultures et les prairies est étudié ; le cas des arbres fruitiers n'avait pas encore été abordé. PhénoClim reprend les données les plus anciennes disponibles et les actualise : pour toute la France, les espèces suivantes : pommier, poirier, abricotier, pêcher, cerisier, prunier, olivier, noyer, cassissier et vigne. Les implications en sont importantes : avancées de la période de floraison, dégâts de gel printanier, difficultés de concordance de floraison pour les espèces qui doivent se polliniser, nécroses des fleurs... *Nadine Brisson, Marjorie Domergue, Bernard Seguin, Bernard Baculat*, Avignon ; *J.-M. Legave*, Montpellier

16 Rechercher les relations entre périodes climatiques et événements biologiques : CritiCor

Cet outil statistique permet de rechercher des corrélations entre le climat et des données biologiques (effectif d'une population de pucerons, par ex.) afin de déceler d'éventuelles périodes critiques, où un facteur météorologique donné a une influence déterminante sur cette population. *Jean-Pierre Gauthier*, Rennes

INRA Partenaire

20 Quand le vigneron, le profane et le chercheur délibèrent sur les questions de recherche : une expérience pilote sur les vignes transgéniques

Consciente de la nécessité d'ouvrir la délibération sur l'orientation des programmes de recherche à des acteurs non scientifiques, la DG et la DS secteur végétal ont décidé de mettre en œuvre des dispositifs permettant d'associer à sa réflexion des acteurs concernés par les applications des recherches de l'Institut et dont les sensibilités diffèrent sur le sujet. En effet, en tant que source d'innovation, la recherche a des implications non seulement économiques mais aussi sociales, politiques et éthiques. Les dispositifs mis en œuvre par l'INRA doivent permettre de concevoir des solutions qui prennent en compte les préoccupations, les contraintes et les intérêts de l'ensemble des acteurs concernés. Cela nécessite de les associer dès l'orientation de la politique de recherche. Une expérience pilote sur les vignes transgéniques à Colmar : méthode, groupe de travail, déroulement, conclusions du groupe de travail, réponse de la DG.

28 Contribution à la lutte contre l'effet de serre

Stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?

L'expertise réalisée par l'INRA à la demande du ministère de l'Ecologie et du Développement durable relativise l'intérêt de cette option, du moins dans les conditions françaises : si le potentiel de stockage additionnel de carbone dans les sols agricoles métropolitains apparaît non négligeable, sa valorisation dans le cadre du Protocole de Kyoto se révèle difficile. La prise en compte de ce stockage devrait plutôt être envisagée dans un cadre plus large, incluant l'ensemble des gaz à effet de serre et intégrée dans un plan global portant sur l'agriculture durable et la qualité des sols.
Claire Sabbagh, UESC-DISI

Résonances

36 Impressions de Chine

Notes de missions en Chine : amélioration génétique du peuplier, au cœur de nombreuses activités agricoles, insectes qui le ravagent...
Marc Villar, Orléans.

Patrimoine

40 La vigne : conserver les différentes variétés. Des conservatoires génétiques pour la sauvegarde des cépages

La collection ampélographique de l'INRA Bordeaux-Aquitaine

Une ressource génétique unique, indispensable pour l'amélioration et la création de la vigne ainsi que pour la diversité de la production. *Louis Bordenave*, Bordeaux.

Le Point

44 La Chine et l'INRA, un partenariat de longue date

De nouveaux développements. La Chine en quelques chiffres : l'économie chinoise, notamment agricole. Comment est organisée sa recherche ? La coopération de l'INRA avec la Chine. *Claude Aubert*, ESR ; *Isabelle Bordier, René Lesel*, Mission Relations internationales

Travailler à l'INRA

59 Le dispositif scientifique de l'INRA évolue

Ces propositions d'évolution viennent d'être publiées. Elles ont été préparées par le Collège de direction s'appuyant sur un certain nombre de rapports (alimentation, microbiologie, écologie, génomique)... 5 nouveaux périmètres préfigurant des départements seront stabilisés à l'automne. Le principal enjeu est de rassembler les communautés scientifiques à même de dialoguer, et donc d'assurer au mieux les synergies entre les disciplines et technologies impliquées, autour de quelques grandes finalités auxquelles l'INRA est confronté, telles que l'alimentation humaine, la sécurité des aliments ou l'ingénierie écologique. Ces propositions sont actuellement examinées par les instances scientifiques et font l'objet d'échanges entre les unités concernées et les responsables des périmètres. Pour *le Collège de direction*, *Bernard Sauveur*

62 La pollution des sols : mieux connaître le devenir de certaines substances organiques. L'expérience d'une "jeune équipe" de chercheurs

Expérience et résultats scientifiques d'une jeune équipe "Xénobiotiques et Environnement", créée en 1999 dans l'unité de Phytopharmacie et Médiateurs chimiques, et intégrée à l'IFR EGER.
Véronique Chaplain, Versailles

Les résumés sont d'INRA *mensuel*.

Directrice de la publication : Corine Plantard
Responsable de l'INRA mensuel : Denise Grail
Secrétariat : Frédérique Chabrol - chabrol@paris.inra.fr / Conception et réalisation : Pascale Inzérillo
Photothèque INRA : Jean-Marie Bossennec - Julien Lanson - Christophe Maître
Couverture : jardin pavé dans la Cité interdite, Beijing (Chine). Photo : André Delplanque

Comité de lecture : Pierre Sellier (APA) / Pierre Cruiziat (EFA) / Alain Fraval (ME&S) / Sylvain Mahé, Marc Chambolle (NHSA) Christiane Grignon (SED), Camille Raichon (INRA Éd.) / Brigitte Cauvin (Jouy-en-Josas) / Jean-Claude Druart (Thonon-les-Bains) Jean-Claude Subtil (DRH) / Jean-Louis Multon (Relations internationales) / Jean-François Morot-Gaudry (PPV) Marie-Thérèse Dentzer, Nicole Prunier, Michel Zelvelder (MICOM) / Daniel Renou (DADP) / Catherine Frayssinet, Brigite Faugère (Programmation et financement) / Raditja Ilami-Langlade (Retraités)

INRA, Mission communication, 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07. Tél : 01 42 75 90 00.
Imprimeur : Graph 2000 / Photogravure : Vercingétorix
ISSN 1156-1653 Numéro de commission paritaire : 1799 ADEP